ARCHIV FÜR HYGIENE UND BAKTERIOLOGIE



ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON MAX v. PETTENKOFER.)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. E. CRAMER, Heidelberg; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

Ö. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

DREISSIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.
1897.

Inhalt.

dien über die Variabilität der Farbstoffbildung bei rococcus pyogenes α aureus (Staphylococcus pyogenes aureus) und einigen anderen Spaltpilzen.

Von

Dr. **Rudolf Neumann,**

Assistent am hygienischen Institut Würzburg

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

(Mit 1 Tafel.)

Einleitung.

Es sind bereits eine Anzahl von Erfahrungen publicirt, wo farbstoffbildende Bacterien ihre Farbstoffproduction im e der Beobachtung veränderten. Entweder handelt es sich Veränderungen, welche unter dem Einfluss äusserer Agentien abschluss, Wärme, Chemikalien, schlechte Nährböden) hereten oder die Veränderungen zeigten sich spontan, ohne d welche künstliche Eingriffe.

Als Beispiel für die erste Art der Farbstoffveränderungen hne ich unter andern die Beobachtung von Schottelius[1]), ich Bact. prodigios bei 37° gehalten, farblose Culturen zeigte. insky[2]) erhielt bei anaërober Züchtung des Mikrococcus enes α aureus (Staphylococcus aureus) farblose Culturen. ve[3]) sah von Mikrococcus ochroleucus im Dunkeln gezüchtet, ose (weisse) Culturen, im Licht gelbe. Ebenso nahm Libo-[4]) das Ausbleiben der Pigmentbildung bei vor Licht geschützten

1) Schottelius, Biolog. Studien über den Mikrococcus prodigiosus, 1887.
2) Lubinsky, Bacteriol. Centralblatt, XIV, 773.
3) Prove, Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn, IV.
4) Liborius, Zeitschrift f. Hygiene, 1.

Culturen wahr. Wasserzug[1]) konnte Pigmentverlust der Bacterien constatiren, deren Nährböden mit entwicklungshemmenden Medien versetzt waren.

Viel geringer dürften die Beobachtungen sein, nach welchen Pigmentbacterien aus unbekannten (inneren?) Ursachen zuweilen in veränderten Farbennuancen auftreten, welche dann, auch bei weiterem Abimpfen constant bleiben. Nur zwei Fälle habe ich in der Litteratur finden können. Behr[2]) erhielt im hiesigen Institut ebenfalls durch längeres Fortzüchten von Bacterium syncyaneum (Ehrenberg) Lehm. et Neum. (Bacillus cyanogenes Flügge) farblose Rassen. Scheurlen[3]) gelang es ohne äussere Hilfsmittel, nur durch Abstechen farblose Culturen von Bacterium prodigiosum (Ehrenberg) Lehm. et Neum. dauernd zu erzielen. Er impfte von einer Gelatinecultur auf Kartoffel, erhielt hochrothe und blassere Stellen, impfte von letzteren weiter ab und bekam gänzlich farblose Culturen.

In der Laboratoriumspraxis zeigen sich, wie wohl allgemein bekannt, häufig beim Abstechen von Culturen spontan auftretende Farben, welche bei längerem Stehen oder beim Weiterimpfen wieder verschwinden oder noch eine andere Nuance aufweisen.

Bei den Studien, die Herr Prof. Lehmann und ich für die Ausarbeitung unseres Atlasses und Grundrisses der Bacteriologie machten, beobachteten wir an verschiedenen Bacterienculturen folgende Farbenveränderungen, ohne dass jedoch die eine oder die andere Verfärbung ihre Constanz bewahrt hätte:

Mikrococcus roseus agilis, Ali Cohen. Hochroth, gelbroth.
» roseofulvus, Lehm. et Neum. Fleischfarben, weiss, gelbroth.
» bicolor, Zimmermann. Orange, weiss.
» crêmoides, Zimmermann. Orange, weiss.

1) Wasserzug, Annales de l'institut Pasteur, 88.

2) Behr, Centralbl. f. Bacteriologie, 8, 485.

3) Scheurlen, Experiment. Studien über den Prodigiosus. Archiv f. Hygiene, 26, 1, S. 14.

krococcus pyogenes α aureus, Lehm. et Neum. Orange, weiss.

» aurantiacus, Cohn. Orange weiss.

» latericium, Ziegelroth, hochroth, gelb.

rcina variabilis, Stubenrath. Grau, gelb, bräunlich-gelb.

» mobilis. Maurea. Gelb, weiss.

» aurantiaca, Flügge, Lindner. Orange, weiss.

cterium latericium (Adametz), Lehm. et. Neum. Ziegelroth, hochroth, gelb.

» prodigiosum (Ehrenberg). Lehm. et Neum. Ziegelroth, weiss, carminroth, blauroth, blassroth.

» kiliense (Fischer & Bräunig). Lehm. et Neum. Weiss, hochroth, ziegelroth, blauroth, violettroth.

» pyocyaneum (Gessard. Flügge). Lehm. et Neum. Grün, bräunlich, gelb, farblos.

» syncyaneum (Ehrenberg). Lehm. et Neum. Blau, grün, gelb, blau, braun.

Diese Beobachtungen erregten mein Interesse in hohem .sse, und als ich eines Tages an einer Cultur von Micrococc. genes α aureus noch die auffallende Bemerkung machte, sich ein schwach rosafarbener Sector in der Orange-Auflage te, hielt ich es für angezeigt, dieser eigenthümlichen Abhung nachzugehen und eventuell beide Modificationen nebennder oder noch andere daraus zu züchten. Dabei wurde von der Hoffnung geleitet, andere Farbennuancen nicht mit stlichen Mitteln, wie es bisher fast ausnahmslos gethan wurde, lern unter den ganz gewöhnlichen Laboratoriumsingungen zu erzielen.

Vorbemerkungen.

Mit Vorliebe führte ich die Untersuchungen an Mikrococc. genes α aureus aus, von dem wohl, wie oben erwähnt, insky einen Pigmentverlust durch lange und wiederholte robe Züchtung erreicht hat, von dem aber bisher alle Autoren hten, dass spontan niemals die orange Farbe in eine citronen- oder in eine weisse oder gar in eine rosa Form übergeht,

— also dass nach der Farbe allein drei scharf abgegrenzte »Staphylococcenspecies« zu unterscheiden seien.

In den Bereich der Untersuchungen wurden ausser dem Mikrococc. pyogenes α aureus noch gezogen:

Mikrococcus bicolor, Zimmermann.

Mikrococcus aurantiacus, Cohn.

Sarcina mobilis, Maurea.

Bacterium latericium (Adametz). Lehm. et Neum.,

Arten, welche ebenfalls geeignet erschienen, anders gefärbte Modificationen daraus züchten zu lassen. Es war mir besonders angenehm, bei mehreren Arten die Variabilität der Farbstoffbildung constatiren zu können, um von vornherein dem Einwand zu begegnen, es könnte sich bei diesen Untersuchungen, bei denen an die Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit des Experimentators grosse Anforderungen gestellt werden, um Verunreinigungen oder Verwechslungen gehandelt haben. Denn je mehr Beispiele dieser Art mit dem gewünschten Resultate untersucht sind, mit um so grösserer Berechtigung wird man die gefundenen Resultate für unumstösslich halten dürfen.

Bevor ich auf die Ergebnisse des gesammelten Materials selbst eingehe, lasse ich noch einige nothwendige Bemerkungen folgen:

Alle Culturen wurden bei keiner anderen als Zimmertemperatur angelegt, aufbewahrt und weiter gezüchtet. Als Nährboden zur Weiterimpfung dienten Agar, Gelatine und Kartoffel und zwar in der Mehrzahl der Culturen Agar, nur in besonderen, noch näher zu besprechenden Fällen wurde von Gelatine und Kartoffel Gebrauch gemacht. Zur Gelatine und Agar wurde soviel Normal NaOH zugesetzt, dass mit Phenolphthaleïn eine minimale alkalische Reaction eintrat [1]); das würde, wenn man Lacmus als Indicator verwendete, einer ziemlich stark alkalischen Reaction entsprechen.

In Fällen, wo auf Agar eine ausgesprochene Farbennuance auch nach längerem Abstechen nicht zu erzielen war, empfahl

1) Lehmann und Neumann, Atlas und Grundriss der Bacteriologie, Bd. II, S. 30.

sich, die Culturen auf Gelatine weiter zu züchten, da sich
ihrungsgemäss zeigte, dass das betreffende Pigment auf diesem
irboden sich sofort in derselben gewünschten Farbe weiter
wickelte. Die Ueberimpfungen geschahen allemal, wenn sich
e andere Farbstoffnuance zeigte, jedoch zu ganz verschiedenen
ten, je nachdem die Veränderungen früher oder später auf-
en. So wechselte die Generationsdauer von 6 Tagen bis zu
Vochen.

Das Princip, welches den Untersuchungen zu Grunde liegt,
das der natürlichen Zuchtwahl; die Ausführungen, ähnlich
en, die jeder Gärtner in seiner Weise analog ausführt, um
manchen Pflanzen bunte Spielarten zu züchten. Auch er
nt die Samen, beispielsweise einer weissen Betunienart, welche
ren Blüthen einen rothen Streifen zeigt, säet sie aus und er-
einzelne Pflanzen, deren Blüten mehrere rothe Streifen auf-
en. Eine dritte Generation lässt schon mehr rothe als weisse
ifen erkennen und endlich in der 6. und 7. Generation macht
chliesslich die weisse Farbe der rothen Platz. Aehnlich oder
so werden die Verhältnisse bei den Bacterien liegen, denn
sind auch Pflanzen, wenn auch niederer Art.

Die untersuchten Bacterien wurden meist von Stichcultur
Stichcultur überimpft und zwar in der einfachsten Weise da-
h, dass mit der Spitze einer Platinnadel der Theil der Cultur,
her die abweichende gesuchte Färbung am besten zeigte,
hrt und auf die Oberfläche eines neuen Nährbodens im
chen übertragen wurde. Es leuchtet ein, dass bei dieser
dnung auch Keime von der ursprünglichen Färbung wieder
r neuen Saat mit aufgingen, doch verschwanden diese im Ver-
einer jeden neuen Generation immer bedeutender, sobald
jedesmal mit Sorgfalt die Keime der abweichenden Richtung
Weiterzucht ausgewählt wurden.

Neben dieser Methode kam auch das Plattenverfahren zur An-
lung, wenngleich es in manchen Punkten für derartige Zwecke
so geeignet erschien wie zu anderen Isolirungsversuchen.
instig ist dabei zunächst der Umstand, dass bei weitem
grösste Theil der ausgesäten Keime ins Innere und nicht

an die Oberfläche des Nährbodens zu liegen kommt, und so überhaupt der Farbstoffbildung nicht zugänglich ist. Es kann dadurch der Fall eintreten, wenn man nur winzige Spuren einer neu zu untersuchenden, anders gefärbten Cultur zur Verwendung hat, dass davon absolut keine Colonien auf der Plattenoberfläche auftreten und dadurch überhaupt die weitere Untersuchung illusorisch wird.

Andererseits, und das ist wohl das Wesentlichste, können Plattenculturen meist nicht länger als 10—14 Tage mit Vortheil zur Untersuchung benützt werden, während Strichculturen dem Austrocknen viel weniger ausgesetzt sind und bis zu 1½ Jahr bei einigermaassen hoher Füllung der Beobachtung zugänglich sind.

Specielle Untersuchungen.

Gehen wir nun zu den Untersuchungen über Mikrococcus pyogenes α aureus und den übrigen Bacterien über. Um anfangs gleich eine Orientirung über die Resultate zu geben, erwähne ich, dass es mir gelungen ist, aus dem Mikrococcus pyogenes α aureus eine citronengelbe, eine weisse und eine fleischfarbene Modification zu züchten. Aus dem farblosen Mikrococcus aurantiacus eine weisse und eine orange Art, aus einem Mikrococcus bicolor eine weisse und orange Form, aus Sarcina mobilis eine strohgelbe und weisse Art und endlich die fleischfarbene Rasse des Mikrococcus pyogenes α aureus in die orange wieder zu überführen.

Eigentlich ist es ja nothwendig, bei allen untersuchten Bacterien den genauen Gang der Untersuchung klar zu legen und zu schildern, doch da die Veränderungen durch die gleichen Manipulationen hervorgebracht werden und die ausgedehnte Beschreibung den Leser ermüden würde, beschränke ich mich auf die ausführliche Darlegung beim Mikrococcus pyogenes α aureus und erwähne die übrigen gleichen Untersuchungen nur summarisch.

Die Anfänge der Untersuchungen greifen bis auf November 1895 zurück, wo ich, wie oben erwähnt, auf einer orange Agar-

hcultur einen äusserst schmalen rosa Sector wahrnahm, welcher äusserst zarter, dünner Belag der orange Oberfläche auflag. Cultur selbst stammt aus der Sommerzeit 1895, wo die en aus einer Lymphangoitis isolirt wurden. Da die rothe, se und gelbe Modification des Mikrococcus pyogenes α us von ein und derselben Cultur abstammen, dürfte es das tischste sein, den ganzen Stammbaum wiederzugeben und n Erläuterungen anzuknüpfen.

(Stammbaum siehe am Schluss der Arbeit.)

Fleischfarbene Modification.

Verfolgen wir zunächst die Entstehung dieser rothen Rasse. der ursprünglichen Stammcolonie (1) sahen wir nach 2 Mon einen äusserst schmalen rosafarbenen Streifen entstehen, her abgeimpft sich in der zweiten Generation zu einer rosanen Randparthie vergrössert hat (4)

Nebenbei ist die Colonie im Innern orange gefärbt, was ja t zu verwundern ist, da beim Abstechen orange Farbstoff nde Mikrococcen mit übertragen wurde. Es fällt aber ausserdie weisse äusserste Randparthie auf und die Entstehung 3 ganz schmalen citronengelben Streifen, ein Anblick, wie genartiger nicht gedacht werden kann.

Aus welchen inneren Ursachen wir uns diese Veränderung anden denken sollen, bleibt vorläufig unentschieden, soviel ber sicher, dass hier keine Verunreinigungen vorliegen, denn emdartigen Sectoren traten in einem Falle erst nach 8 Wochen, ndern Falle nach 4 Wochen auf bei Verschluss der rchen mit Gummikappen. Wäre anfangs einmal ein er, ein zweites Mal ein gelber und ein drittes Mal ein sser Coccus hineingefallen, was von vornherein ja äusserst hrscheinlich ist, so würden die Colonien nicht erst nach 4 8 Wochen sichtbar geworden sein. Wir kennen ja übrigens einen Fall beim Mikrococcus bicolor, den Zimmern aus der Chemnitzer Wasserleitung gezüchtet hat, bei em jahrelang immer in ein und derselben Cultur weisse range Sectoren aus inneren Ursachen auftreten. Ein, diesem

vollständig identischer, wurde auch von uns (Lehm. et Neum. Atlas II S. 175) aus Mageninhalt gezüchtet. —

Nun war es das Nächstliegende, von der grösseren rothen Fläche (4) Platten zu ziehen, und wie zu erwarten, entstanden rosafarbene Colonien, darunter allerdings auch gelbe, die wir aber jetzt unberücksichtigt lassen wollen. (7) Die rosafarbenen Colonien zeigten keine Spur von einer anderen Färbung mehr und wurden auf Agar abgestochen (12), später auf Kartoffel (13). In beiden Fällen trat auch nach 4wöchentlichem Stehen keine Veränderung mehr ein.

Als ein andrer Beweis, dass die rosafarbene Modification keine Verunreinigung durch einen bekannten rothen Coccus ist, mag gelten, dass die Colonie auf Subtilissubstrat gebracht, ihre *fleischfarbene* Färbung weiter zeigte (14), während alle anderen uns bekannten rothen Mikrococcen daselbst entweder carminroth oder mennigroth wuchsen (Lehm. et Neum. Atlas II 177).

Interessanter noch ist die Gewinnung der rosafarbenen Modification in der anderen Linie b. Dort sehen wir 4 Generationen hindurch absolut nichts von einer rosafarbenen Verfärbung. In der 3. entsteht eine gelblich weisse Verfärbung (50) der Peripherie, in der 4. spontan ein dünner weisser Sector (52) auf den wir später zu sprechen kommen. Erst in der 5. Generation (53), also nach 9 *Monaten* erscheinen, unerwartet auf Platten gelborange, tieforangene und *rosafarbene Colonien*, welche den vorher beschriebenen genau identisch sind.

Diese Thatsache ist höchst interessant, indem sie zeigt, wie die Fähigkeit der Farbenveränderung Monate lang latent vorhanden war, aber geruht hat und erst zu einem gewissen Zeitpunkt zum Vorschein kam, während in der Linie a gleich in der ersten Generation ein rosafarbener Sector sichtbar wurde. Von den, auf den Platten (53) entstandenen rosafarbenen Colonien wurde weiter abgestochen, unter abwechselnder Verwendung von Gelatine, Agar und Kartoffel, und es zeigte sich, dass in der Zeit von 6½ Monaten in 12 Generationen die rosa Farbe constant erhalten werden konnte, wenn man nur aus der vorher-

nden Colonie immer die dunkelsten Stellen auswählte und
ır übertrug.

Es muss hervorgehoben werden, dass die einzelnen Nuancen
rosa Farbe von hell zu dunkelrosa, von hell zu dunkel-
:hfarben auf dem jeweiligen Nährboden wechselten, dass
bei allen Generationen bis zur 9. Generation (82) die rosa
ıe durch keine orange oder gelbe getrübt war.

Auch hier gelang es auf Subtilissubstrat die Fleischfarbe
orzubringen, wie bei den zuerst isolirten rosafarbenen Coccen.
ıerhin muss man die Möglichkeit offen lassen, dass so con-
t gewordene Rassen im Laufe der Zeit sich nach der ur-
ıglichen Seite hin, also nach der orange Modification, wieder
erändern vermögen, und ich freue mich, auch dies an einem
piel beweisen zu können (79—95), muss aber andererseits
nen, dass die einmal entstandene Rasse doch mit der nötigen
;falt weiter zu züchten ist. (82, 83, 96, 97.)

Es würde übrigens der wiederholte Farbenrückschlag nur
Regel bestätigen, dass nämlich spontan aus innern Ursachen
ıre Färbungen auftreten können und dass wir es hier mit
ıelben Erscheinungen zu thun haben, wie sie die Selections-
rie von Darwin voraussetzt.

Citronengelbe Modification.

Die Entstehung der gelben Farbenveränderung fällt beinahe
onate später, als die der rosafarbenen, aber geht in derselben
se vor sich, indem sich auf der orangerosafarbenen Fläche
: zufällig 3 gelbe Sectoren zeigen (4). Ihrer Isolirung stehen
ere Schwierigkeiten nicht im Wege, denn sie gelingt in
rfacher Weise sowohl durch Platten, als auch mit Stich-
uren. So sehen wir zunächst bei (9) von einem gelben Sector
ıstochen eine aus gelben und rosafarbenen Sectoren gebildete
:he entstehen mit orange Mittelpunkt. Eine weitere Ab-
fung ergiebt eine citronengelbe Fläche mit noch einem starken
en Sector, eine dritte nur noch 2 äusserst feine Streifchen
endlich entstehen fortan nur rein gelbe Colonien, die sich
er auf Kartoffeln noch auf Gelatine noch auf Agar ändern.

Selbst in 15 Generationen ist keine fremde Farbennuance eingetreten.

Plattenculturen von (4) ergeben sofort rosafarbene und gelbe Colonien, deren gelbe sich leicht fortpflanzen lassen. Auf Subtilissubstrat (44) entsteht ein gelber, später gelbbräunlicher Belag, welcher aber nicht weiter gezüchtet wurde.

Merkwürdig sind nur die Fälle (5) und (8). Bei ersterem vermisst man das Auftreten der gelben Colonien während zweier Monate; erst auf den Platten einer neuen Generation zeigen sie sich. Im zweiten Falle entstehen, trotzdem gerade nicht von gelben Stellen abgeimpft wurde, sowohl bei (8) wie bei (16) gelbe Culturen. Wieder ein Beweis dafür, dass die innere Anlage und Fähigkeit anders aufzutreten, wohl mit übertragen wird, aber nicht immer zum Ausdrucke kommt. Die Colonien von letzteren beiden Fällen sind nicht weiter gezüchtet, da ja nach den vorausgegangenen Beispielen die unveränderte Ueberimpfung leicht gelingt.

Orange Modification.

Da dieselbe von Anfang an besteht, ist es natürlich leicht, dieselbe zu erhalten. Wir sehen sie auf die Linie a und b direct übergehen und finden die orange Färbung von (1) ab bis (70) in jeder folgenden Generation vor, wenn auch zum Theil unterbrochen von einzelnen anders gefärbten Sectoren. Aehnlich wie bei der rosafarbenen Art zeigt die Färbung auch hier hellere oder blassere Nuancen von tieforange bis hellbräunlich, von gelborange bis bräunlichweiss.

Immerhin herrscht die orange Grundfarbe vor und es muss dies als Beweis dafür angesehen werden können, dass die ursprüngliche Farbe bei geeigneter Behandlung nicht zu verschwinden braucht, wenn auch die Tendenz zur Variation eine noch so grosse ist. Man darf mit grosser Gewissheit annehmen, dass ausser in diesen 19 verschiedenen Generationen auch in den folgenden die braune Farbe dauernd erhalten bleibt.

Als ein ausserordentlich beweisendes Beispiel schwebt mir stets der Mikr. aurant. Cohn vor, welcher im Laufe von

ren durch fortgesetztes, aber nicht beabsichtigtes Abstechen
blassere Stellen seine orangene Farbe vollständig verloren
ben schien, dieselbe aber unter geeigneter Behandlungs-
, wie wir später genauer sehen werden, in schönster Weise
r erhalten hat. Hier war also die Tendenz zur Variation
nden, aber die ursprüngliche Anlage, sich in der früheren
zu erhalten, war geblieben.

Weisse Modification.

Farblose resp. weisse Colonien aus buntgefärbten heraus-
hten, mag von Anfang an leichter erscheinen als bei den
Besprochenen, denn es ist eine bekannte Thatsache, dass
arben im Lauf der Zeit gern abblassen, doch machte mir
stens die Gewinnung der weissen Art ebensoviel Mühe wie
üchtung einer anderen.

mmerhin ist es von einer Ursprungscolonie ausgehend so-
in der Linie a wie auch in der Linie b 2mal ausgeführt
n. Zunächst entsteht bei a in der 3. Generation eine weisse
zone (4), die aber bei weiterer Uebertragung nicht weiss
, sondern in rosa übergeht (5). Hier war also von vorn-
der Weg abgeschnitten. Es erscheint auch trotz zahl-
r Abimpfungen sich keine Gelegenheit zu finden, um die
Modification zu erzielen, bis endlich in einer ganz anderen
ung in der 6. Generation (16) 2 äusserst schmale weisse
ren auf der Oberfläche einer Colonie auftreten, die ausser-
schon rosafarbene, gelbe und orange Farbenveränderungen
Ein prächtiges eigenartiges Spiel!

Es lag nahe, hier die Plattenmethode anzuwenden, welche
wirklich zu meiner grossen Befriedigung mehrere rein
Colonien zeitigte (17). Auf Agar abgestochen, verhielten
ch 3 Wochen lang bis zur nächsten Abimpfung ebenso
eränderten ihre weisse Farbe in den folgenden 13 Gene-
en weder auf Agar noch auf Gelatine. Nur auf Kartoffel er-
die Auflage schmutzig weiss, wenigstens bei längerer Dauer.
n der Linie b entsteht in der 3. Generation (50) auf einer
e Colonie eine weisse gelbliche Peripherie, die aber bei der

Uebertragung nach 3 Wochen wieder orange wird. Zugleich bildet sich ein weisser Sector, welcher neben der übrigen braunen Zone weiter verfolgt zu werden geeignet erscheint. Die folgenden Uebertragungen geschehen auf Agar, wobei die ganze Oberfläche sich gelblichweiss färbt und nur eine ganz weisse Peripherie erkennen lässt. Aber erst in der übernächsten Generation hielten sich die rein weissen Colonien constant und blieben es mehrere Generationen hindurch sowohl auf Agar wie auf Gelatine. Nur die Kartoffelcultur zeigte nach längerer Zeit eine schmutzig weisse Verfärbung, die aber auf Agar übertragen wieder eine weisse Colonie lieferte.

Noch ein drittes Mal wurde eine weisse Art zu züchten versucht, nachdem bei einer als orange weiter geführten Cultur in der 12. Generation (60) ein weisser Sector auf der Oberfläche sich zeigte. Zunächst entstand eine mattorangene Colonie mit weisser Peripherie (61), alsdann eine weisse Auflage mit nur noch wenig orangenen Tüpfelchen, endlich eine grau-weisse Colonie, die eben noch weiter verfolgt wird und aller Wahrscheinlichkeit nach rein weiss erhalten bleiben wird.

Nach allen bisher mitgetheilten Versuchen ist bewiesen, dass aus der absolut »ächten« Cultur vom Mikrococcus pyogenes-*α* aureus ausserordentlich verschiedenfarbige Rassen gezüchtet werden können. Nur ein Zweifel bleibt noch bestehen, nämlich der, ob die neuentstandenen Rassen wieder in die ursprüngliche Art übergehen, resp. übergeführt werden können. Auch dieser Zweifel kann als gelöst betrachtet werden, da es mir gelungen ist, aus der rosafarbenen Modification, nachdem sie in 9 Generationen während dreier Monate unabänderlich bestanden hatte und seit dieser Zeit weitere 3 Monate fortbesteht, wieder in die orange Modification überzuführen.

Orange Modification, hervorgegangen aus der rosafarbenen.

Es entstand ganz spontan auf einer fleischfarbenen Stichcultur im Centrum eine äusserst schwach gefärbte orange Stelle, die von der rosafarbenen Umgebung nicht genau zu kennen war (78). Ein Versuch, dieselbe auf neuem Nährboden zu über-

en, gelang nur in unvollkommener Weise (79—81). Deshalb
den 2 Monate später, nachdem das orange Centrum an In-
ität etwas zugenommen hatte, daraus Platten gegossen, welche
reiche rosafarbene, einige blassrosafarbene und einige weiss-
orange Colonien zeitigten (90). Letztere dienten als Aus-
gsmaterial für weitere Platten und Stiche und es gelang aus
neuentstandenen weisslichorange Colonien (93) durch sorg-
ges Abstechen der dunkelsten Parthien nach 2 Generationen
haus orange Colonien zu erzielen (95), welche bei weiteren
ertragungen die Farbe auch behielten (97. 98). Später
ıar 1897) erschien sie in der Nuance hellbräunlich orange,
ch dem Mikrococcus bicolor und jetzt Juni 1897 ist sie
erweile auf Agar und Kartoffeln tieforange geworden.

Ehe ich nun dazu schreite, die »neuentstandenen Arten«
sich und mit den übrigen mehr oder weniger ähnelnden
ı zu vergleichen, will ich kurz die Erfolge mittheilen, die
üchtung bei anderen, in den Bereich der Untersuchung ge-
en Arten hervorbrachte.

Sarcina mobilis (Maurea).

Die Cultur von Sarcina mobilis, welche als Untersuchungs-
diente, bezogen wir im November 1895 von Král aus
als eine strohgelbe Colonie. In regelmässigen Zwischen-
n wurde sie bis Anfang März 96 auf Agar übertragen,
rgend welche Veränderungen aufzuweisen. Erst am 10. März
sich eine hellere Randzone, welche bei weiterer Abimpfung
elblich weissen Colonie wurde und einen weissen Sector
. Nach mehrfachem Abstechen auf Agar und Gelatine,
durch Plattenculturen erhielt ich nach ca. 4 Monaten
inweisse, wenn auch weniger üppig wachsende Cultur. Die
ndig reinweisse Farbe hat sich bis heute in 14 Generationen
n während eines Zeitraumes von wiederum 6 Monaten.

ı es nebenbei aber wünschenswerth erschien, auch eine
ıglich strohgelbe Art wieder zu besitzen, wurden gleich-
Parallelzüchtungen, von der ursprünglichen Cultur aus-
, vorgenommen, welche eine constante gelbe Art zum

Ziele hatte. Es gelang aber erst in der 7. Generation, nach 8 Monaten, trotz vieler Abimpfungen und Plattenculturen, da sich stets auf den frischen Colonien anders gefärbte Stellen zeigten. Offenbar war hier besonders stark die Veränderungstendenz ausgeprägt. Von der 8. Generation an erhielt sich die gelbe Farbe auf allen Nährböden und auch jetzt noch, nach 4 Monaten, in 8 Generationen zeigen die Culturen ein üppiges Wachsthum mit durchaus strohgelber Farbe.

Mikrococcus aurantiacus (Cohn).

Es handelt sich hier um einen Organismus, dessen Farbstoffbildung seit mehr als 6 Jahren sistirte. Wir bezogen denselben im März 1896 aus Prag von Král vollständig weiss wachsend. Auf eine Anfrage, ob es eine Verwechslung sei, erhielten wir die Mittheilung, dass derselbe im Jahre 1888 braunorange gewesen sei, in den 8 Jahren aber seine Farbstoffbildung vollständig verloren habe. Nach unseren Untersuchungen im April 1896 (Atlas II S. 174) konnten wir ihn von Mikr. candicans nicht unterscheiden.

Um so erstaunter war ich, als nach mehrfachen Ueberimpfungen im Juli sich im Centrum einer 3 Monate alten Colonie eine punktförmige orangegelbe Verfärbung zeigte. Ich nahm die gefärbte Stelle mit der Platinöse heraus und übertrug sie auf frischem Nährboden. Die alte Colonie blieb weiss bis heute; die neu angelegte war anfänglich auch wieder weiss, zeigte jedoch nach wiederum 2—3 Monaten ein gelbbräunliches Centrum.

Trotz monatelanger sorgfältiger Uebertragung der braunen Stellen und Züchtung auf verschiedenen Nährböden, war es doch nicht möglich, eine Cultur zu erlangen, welche von Anfang an orange gewesen und orange geblieben wäre.

Es ist auch dies ein Beweis, dass keine Verunreinigung vorgelegen haben kann, denn sonst müsste die Trennung der einzelnen Arten von einander mit Leichtigkeit geglückt sein. Ebensowenig glückte Anfangs der Versuch, wenigstens die weisse Modification rein zu erhalten. Mit allen Cautelen wurden von der ursprünglichen Colonie nur die weissesten Stellen übertragen,

· nie blieb die neuentstandene Colonie auf die Dauer weiss.
s siedelten sich nach 4—6—8 Wochen ein orange Sector
· einige dunkelorange Pünktchen auf dem weissen Belage an.
Erst nach 10 Generationen in der weissen Linie gingen
würdiger Weise auf Agar Plattenculturen einige rein weisse
von Anfang an rein orange Colonien auf, sowohl wenn
als Ausgangsmaterial die weissen oder die orangen Stellen
te. Um die rein entstandenen Farbennuancen festzuhalten,
itzte ich als nächstfolgenden Nährboden Kartoffeln und es
ng auf die Weise wirklich bis jetzt in 6 Generationen die
ge und weisse Modification fortzuzüchten. Auf Gelatine er-
i ich dieselben Erfolge. Auf Agar blieb wohl bis heute die
e Art ausserordentlich constant, ohne sich auch nach längerem
n nur im Mindesten zu verändern, dagegen die orange Art
e nach 5 Generationen wiederum einzeln weisse Sectoren,
ss man von einer rein braunen Colonie füglich nicht mehr
hen kann.

mmerhin hat sich die braune Farbe über 3 Monate constant
ten und wie es den Anschein hat, wird sie sich stets auf
ffeln übertragen auch weiter erhalten. Jedenfalls ist auch
Fall wieder ein gutes Beispiel dafür, dass eine ausser-
tliche Veränderlichkeit im »Blut« der Bacterien liegt und
lben nur mit grosser Geduld und langwierigen vergeblichen
ichtungen gesteuert werden kann.

Mikrococcus bicolor (Zimmermann).

)ie Verhältnisse beim Mikr. bicolor liegen den soeben ge-
erten ausserordentlich ähnlich und zwar deshalb, weil auch
lie Reinzüchtung zweier auftretender Farbennuancen nur
chwierig gelang und weil doch nach einer gewissen Zeit,
nicht in der gelborange Linie wie beim Mikr. aurantiacus,
n in der weissen, Sectoren von der ursprünglichen Farbe
ten. Den Mikroc. bicolor erhielten wir von Prof. Zimmer-
ı aus Chemnitz im Sommer 1895 als eine Colonie, deren
äche durch weisse und hellorangene Sectoren gezeichnet
Während einer Dauer von 7 Monaten blieb dieses Farben-

spiel bestehen, so theilten wir auch das Ergebnis mit (Atlas, II S. 175) und auch in 2 Culturen, welche ohne Rücksicht auf die weisse oder orangene Farbe bis jetzt abgestochen wurden, zeigt sich das Bild noch. Im Zusammenhang mit den Untersuchungen der andren Arten lag es natürlich sehr nahe, auch aus dieser Colonie möglichst 2 Modificationen zu züchten. Es wurde das Plattenverfahren eingeschlagen und wie zu hoffen war, traten auch wirklich von einem weissen Sector ausgehend, zahlreiche weisse und ganz vereinzelte orange Colonien auf; von dem orange Sector erzielte ich eine weisse Colonie und zahlreiche orange, aber alle mit einem weissen Mittelpunkt.

Zunächst verfolgte ich die orange Modification und wählte für jede neue Generation die dunkelsten Stellen der vorhergehenden Colonie aus. Die entstandenen Farben waren allerdings immer braun gefärbt, aber auch stets mit einer weissen Peripherie, einem weissen Sector, einer weissen Zone oder einem weissen Fleck behaftet, theils blasser, theils dunkler, erst in der 14. Generation, nach 9 Monaten erhielt ich auf Gelatine eine Colonie mit reinorangener Farbe, welche sich trotz der Verflüssigung der Gelatine nicht veränderte. Von dieser Cultur auf Agar übertragen erhielt sich die Farbe in grosser Schönheit monatelang auch besonders bei solchen Culturen. welche, wie wir später sehen werden, im CO_2-Strom 14 Tage lang gestanden hatten. Auf Gelatine und Kartoffel gelingt es übrigens leichter, die braune Farbe zu erhalten. —

Die weisse Farbe, welche die auf der Platte entstandenen Colonien zeigte, ging bei vielen Generationen stets in eine schmutzigweisse bis crêmeartige über. Einmal erhielt sie sich jedoch über 2 Monate. Leider war aber auch von dieser Colonie keine rein weisse Nachkommenschaft zu erzielen, trotz einer 5 Monate langen Züchtung in 14 Generationen.

Theils erschienen die Colonien grauweiss, theils schmutzigweiss, theils mit einem orangenen Schimmer. Erst in der 17. Generation gelang es, in 3 aufeinander folgenden Culturen die rein weisse Farbe zu erhalten, die auf Kartoffel sich nicht mehr änderte. Jedoch die weitere Uebertragung auf Gelatine und Agar

ten



zeitigte wiederum schmutzige weisse bis crêmefarbene Colonien, die sich bis heute constant erhalten haben.

Es scheinen also hier schwer zu überwindende Schwierigkeiten zu bestehen, eine reinweisse Art zu züchten; immerhin ist es ja interessant genug, neben der intensiv orangebraunen Modification eine durchaus verschiedene crêmeartige erhalten zu haben.

Bacterium latericium (Adametz, Lehmann und Neumann).

Mit kurzen Worten möchte ich aber auch einen Fall berühren, wo es trotz eifrigsten Bemühungen bis jetzt durchaus nicht möglich war, verschiedene Nuancen zu erhalten. Das Bacterium, welches, aus der Würzburger Luft stammend, 7 Jahre in der Sammlung des hygienischen Instituts unverändert fortgezüchtet wird, zeigte im April 1896 eine ziegelrothe Auflage mit einem orangegelben Rand, welcher bei mikroskopischer Untersuchung aus denselben Bacterien bestehend gefunden wurde, wie das rothe Centrum. Die Ueberimpfungen, welche auf die verschiedenen Nährböden bis in den November fortgesetzt wurden, ergaben weder von der einen, noch von der andern Modification ausgehend, irgend welche constante Art. Vielmehr wechselte das Farbenspiel fast in jeder Cultur von hochroth zu gelbroth, zu orange und zu weisslich rosa.

Vergleichung der Racen und Arten unter einander.

Nach all' den stattgehabten, Monate langen Fortzüchtungen, welche in der Färbung der Bacterien eine durchaus merkwürdige und constante Veränderung hervorgebracht haben, muss die am nächsten liegende Frage die sein:

1. Wie verhalten sich morphologisch und biologisch die neuentstandenen Arten unter einander und

2. wie verhalten sie sich denen gegenüber, denen sie äusserlich an Farbe gleich oder ähnlich sind.

Es wird das Praktischste sein, die Untersuchungen an der Hand von Tabellen dem Leser vor Augen zu führen, und die Resultate, soweit es nöthig ist, zu erklären:

Tabelle I.

Vergleichende Uebersicht der orange, fleischfarbenen, weissen und gelben Modification des hellorange

Name	Grösse im Mittel	Zusammenlagerung	Gram'sche Färbung	Eigenbewegung	Gewöhnl. Bouillon nach 6 Tagen: Häutchen	Trübung	Bodensatz: Menge	Bodensatz: Cohärenz	2% Traubenzuckerbouillon	Säure in 2% Traub.-zuckerbouillon in ccm Norm.-NaOH nach 10 Tagen	H_2S in gewöhnl. Bouillon n. 10 Tg.	H_2S in Tr.-Z.-B. n. 10 Tg.
Mikrococcus pyogenes *α* **aureus** (»orange«)	0,8 μ	Traubenform	+	—	schwach am Glasrand	stark	gering gelblich weiss	mässig	ebenso wie gew. Bouillon, Bodensatz stark cohärent	4,0	stark	sehr schwach
Mikrococcus pyogenes *α* **aureus** (»weiss«)	0,8 μ	ebenso	+		—	mässig	gering schmutzig weiss	ebenso	am Glasrand schwaches Häutchen. Schwach trübe. Bodensatz mässig, schmutzig weiss, schwach cohär.	1,2	Spur	
Mikrococcus pyogenes *α* **aureus** (»gelb«)	0,75 μ	ebenso	—	—	—	mässig	mässig gelb	schwach	mässig trüb. Häutch. schwach am Glasrand, kräftiger Bodensatz, mässig cohärent	0,7	—	—
Mikrococcus pyogenes *α* **aureus** (»rosa«)	0,8 μ	ebenso	+	—	—	mässig	schwach weisslich	ziemlich stark	braungelb, mässig trüb, Bodensatz kräftig, grauweiss, Cohärenz mässig	1,1	gering	
Mikrococcus pyogenes *α* **aureus** rosa, später orange	0,8 μ	ebenso	+	—	schwach bis kräftig am Glasrand	mässig	mässig hellorange bis weisslich orange	ziemlich zäh	Ansatz d. Häutchens am Glasrand. Stark trübe. Bodensatz mässig, weisslich, zäh	4,0	kräftig	

Mikrococcus pyogenes α aureus unter sich, nebst der, aus der fleischfarbenen hervorgegangenen Rage.

Milch Coagulation	Milch Reaction	Indol	Gasbildung	Verflüssigung	Gelatineplatte	Gelatinestich	Agarstich	Kartoffel
	sauer	sehr schwach	—	stark	orange Colonien. Sehr feinkörnige Randpartie. Beim Verfl. der Gelatine fliessen die Colonien auseinander	Verflüss bald, trichterförmig oder schlauchförmig. Bodensatz orange	üppig, orange roth	schön, tief orange. Auflage flach, mattglänzend
	amphot	deutlich	—	langsam	schmutzig weiss, sonst genau so	genau wie Mikr. pyogenes albus	üppig, schmutzig-weiss, nicht so rein weiss wie bei Mikr pyog. albus	schmutzig-weiss, ziemlich erhaben. Matt bis mattglänzend
	amphot	deutlich	—	langsam	citronengelb, sonst ebenso	genau wie Mikr. pyogenes citreus	genau wie Mikr. pyog. citreus	wie Mikr. pyog. citreus
	amphot.	mässig	—	langsam	rosa, sonst ebenso	Verfl schalenförmig Beginn nach 6—10 Tag Bodensatz fleischfarben	üppig rosaroth bis fleischfarben saftig glänzend	rein fleischfarb. Ueppig, fettglänz Subtiliskartoffel ebenfalls fleischfarben
	amphot	sehr schwach	—	mässig schnell	hellorange, sonst ebenso	Verfl schalenförmig, beginnt sehr bald, schneller als bei rosa Rasse, langsamer als bei orange. Auflage intensiv hellorange	hellorange, saftig glänzend, üppig	genau wie »Orange«-Rasse. Wachsthum etwas langsamer

Tabelle II.

Vergleichende Uebersicht der genannten Modificationen mit dem Mikrococcus pyogenes γ

Name	Grösse im Mittel	Zusammen-lagerung	Gram'sche Färbung	Gewöhnliche Bouillon				2% Trauben-zuckerbouillon	Säure in 2% Traub.-zuckerbouillon in ccm Norm.-NaOH nach 10 Tagen	H_2S	
				Häutchen	Trübung	Bodensatz Menge	Bodensatz Cohärenz			in gewöhnlich. Bouillon	in Tr.-Z.-Bouill.
Mikrococcus pyogenes γ albus	0,9 μ	Traubenform	+	schwach am Glasrand	stark	stark weiss	mässig	schwach trübe. Am Glasrand kräftiges Häutchen, Bodensatz weiss. Schwach cohärent	2,7	—	—
Mikrococcus pyogenes β citreus	0,9 μ	ebenso	+	ebenso	mässig	stark citronengelb	mässig	mässig trüb. Kein Häutchen. Bodensatz kräft. gelb. Cohärenz mässig	1,8	—	—
Mikrococcus roseus	1 μ	ebenso	+	—	gering	schwach rosa	schwach	klar. Kein Häutchen Bodensatz gering, schwach rosa. Cohärenz fest	1,1	—	—
Mikrococcus roseo-fulvus	1 μ	ebenso	+	—	mässig	schwach blassrosa	schwach	ebenso. Cohärenz schwach. Bodensatz gelblich blassrosa	1,3	—	—
Mikrococcus pyogenes α aureus (nach Untersuch. im April 1896)	0,9 μ	ebenso	+	am Glasrand	stark	stark	mässig	wie gewöhnl. Bouillon	3,7	stark	—

... albus, Mikrococcus pyogenes β citreus, Mikrococcus roseus, Mikrococcus roseo-fulous.

Milch		Indol	Gasbildung	Verflüssigung	Gelatineplatte	Gelatinestich	Agarstich	Kartoffel
Coagulation	Reaction							
—	amphot.	sehr schwach		schwach	anfangs weisse glänzende Knöpfchen, die beim Zerfliessen d. Gelatine auseinanderfallen. Rand feinkörnig	schalenförmige, später cylindr. Verfl., langsam bis schnell	weiss, saftig. Wie Mikr. candicans	rein weiss, erhaben, glänzend
—	amphot.	deutlich rosa	—	kräftig	strohgelbe Colonien. Beim Verfl. d. Gelatine zerfallend. Undurchsichtig. Sehr feinkörnig	Verfl. schalenförmig, meist langsam. Bodensatz citronengelb	citronengelb, saftig. Etwas erhaben	citronengelb, matt, zuweilen glänzend, erhaben, später oft krümelig
—	amphot. hochrother Bodensatz	Spur	—	sehr langsam	hellrosa, kaum durchsichtig, äusserst feinkörnig, fast glattrandig. Verfl. nach 4 Wochen	Auflage rosa, glänzend. Einsinken d. Colonie nach 3—4 Woch.	rosa, kaum erhaben, saftig	Kartoffel hochroth, Subtiliskartoffel tief-hochroth bis carmin
	amphot. roth orangen Bodensatz	Spur	—	sehr langsam	ebenso, Colonien blassrosa	ebenso. Colonie röthlich gelb	röthlich-orange, kaum erhaben, saftig	Kartoffel blass rosaorange, Subtiliskartoffel gelborange, üppig
	alkalisch	sehr schwach	—	stark	bräunliche Colonien, die bald einsinken, undurchsichtig. Rand feinkörnig	Einsenkung schalenförmig, schlauchförmig fortschreitend, spät. cylindrisch	orange, saftig, etwas erhaben	mattorangegelb, etwas erhaben, glänzend

Tabelle III **Vergleichende Uebersicht der verschiedenen Modificationen des**

Name	Grösse im Mittel	Zusammenlagerung	Gram'sche Färbung	Gewöhnl. Bouillon nach 6 Tagen				2% Traubenzuckerbouillon nach 10 Tagen	Säure in 2% Traub.-zuckerbouill. in ccm Norm.-NaOH nach 10 Tagen	H_2S	
				Häutchen	Trübung	Bodensatz				in gewöhnlich. Bouillon	in Tr.-Z.-Bouill.
						Menge	Cohärenz				
Sarcina mobilis (»weiss«)		Kleine Packete Meist einzeln Regelmässig	+	—	klar bis schwach trübe	mässig weiss	schwach	klar, ohne Häutchen, an d. Glaswand staubig angesetzt. Bodensatz kräftig rein weiss	3,4	—	
Sarcina mobilis (»gelb«)		ebenso		—	ebenso	mässig gelb	schwach bis kräftig	klar. Am Glasrand Anzatz zum Häutchen. Bodensatz kräft. hellgelb. Starke Cohärenz	1,6	nach 4 Wochen geringe Spur	
Mikrococcus aurantiacus (»weiss«)	0,8 μ	Traubenform	+	am Glasrand	sehr stark	mässig schmutzig weiss	mässig	klar. Kein Häutchen, am Glasrand staubig abgesetzt. Bodensatz mässig, schmutzig weiss. Cohärenz mässig	3,2	schwach	
Mikrococcus aurantiacus (»orange«)	0,8 μ	ebenso	+	ebenso	ebenso	mässig schmutzig weiss	ebenso	stark trübe. Bodensatz mässig, bräunlich weiss. Cohärenz schwach	3,6	ein wenig stärker	sehr gering
Mikrococcus bicolor (»weiss«)	1 μ	Traubenform	+	kräft. a. Glasrand	stark	mässig schmutzig weiss	zäh	klar. Kein Häutchen. Am Glasrand staubig abgelagert. Geringer Bodensatz. Weiss, stark cohärent	3,2	sehr schwach	
Mikrococcus bicolor (»orange«)	1 μ	ebenso	+	dicke gelbliche Haut	schwach	gering schmutzig bräunlich	schwach	ebenso	3,3	stark	

Mikrococcus aurantiacus, Mikrococcus bicolor und Sarcina mobilis.

Milch: Coagulation	Milch: Reaction	Indol	Gasbildung	Verflüssigung	Gelatineplatten bei 50facher Vergrösserung	Gelatinestich	Agarstich	Kartoffel
	amphot	deutlich rosa		keine	grau, undurchsichtig. Randpartie grobkörn Sinkt nicht ein	weiss bis weissgraue Auflage, kaum erhaben, fettglänzend	ebenso wie Gelatinestich saftig glänzend	Wachsthum sehr spärlich, trocken, krümelig, nicht erhaben
	amphot	ebenso	-	langsam	gelbe zusammenhäng. Scheiben, bei der Verfl. d. Gelatine nicht auseinanderweichend. Randpartie mittelgrobkörnig	langsam schalenförmig einsinkend, Verflüssigungstrichter klar, gelber Bodensatz	strohgelb, üppig, saftig glänzend	stark erhaben, trocken, üppig, krümelig
	schwach sauer	schwach	-	—	rein weiss. Knopfförmig 50/1 Undurchsichtig Rand sehr feinkörnig	genau wie Mikr. candicans, fettglänzend, etwas erhaben, rein weiss	wie Gelatinestich	rein weiss bis schmutzig weiss, erhaben, fettglänzend. Butterige Consistenz
	ebenso	ebenso	—	—	hellbräunlich, sonst ebenso	ebenso, aber hellbräunlich	wie Gelatinestich	hellrehbraun, erhaben, fettglänzend. Zähfadenziehende Consistenz
[illegible]	sauer	deutlich	-	langsam	schmutzigweisse Scheiben, bei d. Verfl. d. Gelatine nicht zerfliessend. Rand sehr feinkörnig	weiss bis schmutzig-weiss, glänzend	weiss, saftig glänzend, später schmutzigweiss	schmutzig weiss, wenig erhaben, glänzend
[illegible]	sauer	Spur	-	langsam	von Mikr. pyogenes aureus nicht zu unterscheiden. Langsamere Einsink.	orangegelb, sonst ebenso	orangegelb bis hellbräunlich, saftig glänzend	ebenso, aber orangegelb

Bemerkungen zu Tabelle I.

Die Zusammenstellung der Untersuchungsresultate der 4 verschiedenen Modificationen muss auf den ersten Blick entschieden den Eindruck machen, als haben wir es wirklich mit 4 ganz verschiedenen Arten zu thun, denn nicht allein die Farbe, sondern auch die morphologischen und auch die biologischen Eigenschaften weichen in vielen Punkten von einander ab.

Am meisten fällt dieser Unterschied in die Augen bei der weissen, gelben und fleischfarbenen Modification gegenüber der orangenen. Während dort kein Häutchen auf der gew. Bouillon vorhanden war, finden wir hier ein solches, während dort der Säuregehalt in Zuckerbouillon nur bis 1,2 ccm Normal NaOH in 100 ccm beträgt, zeigt er hier das 3fache. H_2S wird dort so gut wie nicht gebildet, hier stark. Milchcoagulation ist dort nicht vorhanden, hier nach kurzer Zeit. Dort schreitet die Verflüssigung langsam fort, hier schnell.

Allein bei näherer Betrachtung wird der unbefangene Beobachter, dem die Thatsache der Variabilität der Bacterien in Fleisch und Blut übergegangen ist, sofort erkennen, dass wir es hier bei der Häutchen - Säure - Schwefelwasserstoffbildung, Verflüssigung und Milchcoagulation mit Erscheinungen zu thun haben, welche niemals eine Constanz bewahren, und es trifft hier wieder ein, was K. B. Lehmann (Atlas II 110) sagt, dass diese Grössen Schwankungen von »Null bis zum Maximum« unterliegen können.

In vielen und immerhin wichtigen Punkten stimmen die erstgenannten Modificationen mit der ursprünglich orange aber durchaus überein, und es wird nicht unbemerkt bleiben, dass gerade die weisse, gelbe und fleischfarbene Raçe unter sich bis auf die Farbstoffbildung vollständig identisch sind. Die Grösse, Zusammenlagerung, Gram'sche Färbung, Gew. Bouillon, Zuckerbouillon, Säurebildung, H_2S, Milchcoagulation, Indol, Gasbildung, Verflüssigung, Gelatineplatte und Stich, Agarcultur und Kartoffel weisen nur minimale Abweichungen auf, Abweichungen, welche zur Identificirung verschiedener Arten gar nicht ins Gewicht fallen.

Wir müssen deshalb die Unterschiede, die sich bei den verschiedenen Racen gezeigt haben, als in die Grenzen der Variabilität fallend, annehmen und dürfen mit voller Ueberzeugung aussprechen, dass dieselben, trotz verschiedener Farbstoffbildung, unter einander gleich, also identisch sind. Der Beweis ist ja auch erbracht, indem die weisse, gelbe und rothe Modification aus der braunen Art hervorgegangen ist und gezüchtet wurde.

Aeusserst interessant ist aber nun das Verhältnis der hell-orange Race, welche aus der rosafarbenen wiederum hervorgegangen ist. Sie nimmt geradezu zwischen der ursprünglichen orange Art und den neu gezüchteten weissen, gelben und rosafarbenen Modificationen eine Mittelstellung ein.

Hier beobachten wir wieder an den Bouillonculturen ein Häutchen, sehen eine kräftige Schwefelwasserstoffbildung und vor allen Dingen wieder einen hohen Säuregehalt, absolut gleich der orange Race, während die andern nur wenig gebildet hatten. Dagegen ist keine Milchcoagulation und eine schalenförmige Einsenkung der Gelatine, ganz analog der gelben, weissen und rosafarbenen Race vorhanden. Abweichend von allen Modificationen ist die Verflüssigungsschnelligkeit, welche die der gelben, weissen und rothen Modification übertrifft, der orangefarbenen aber nachsteht. So finden wir in dieser hellorangenen Race das passendste Bindeglied, welches die oben angedeuteten scheinbar grossen Differenzen zwischen der orangefarbenen und zwischen der weissen, gelben und rosafarbenen unmittelbar ausgleicht. Schöner und eleganter kann man sich wohl kaum die neuentstandenen Modificationen unter einander verbunden denken.

Bemerkungen zu Tabelle II.

Betrachten wir zunächst den Mikrococcus pyogenes α aureus, γ albus und β citreus, wie sie sich untereinander verhalten. Es wurde schon damals bei unseren Untersuchungen (Lehm. et Neum. Atlas II 172. 173) darauf hingewiesen, dass die 3, als verschiedene Arten angesehenen »Staphylococcen« im Grunde genommen dasselbe sind und sich nur durch die Farbstoffbildung unterscheiden.

Auch bei erneuter und mehrfach wiederholter Untersuchung stellte sich immer wieder heraus, dass die minimalen Unterschiede in biologischer Beziehung nicht hinreichen, um sie als verschiedene Arten aufzufassen, wenn auch hier wie im vorigen Capitel, gerade die orangene Race von den beiden andern mehr abweicht, wie die gelbe und die weisse unter sich. —

Gerade dieser letzte Befund ist mir nun besonders wichtig, weil er sehr schön und einwandfrei zeigt, dass zwischen den »natürlichen« orangenen, gelben und weissen »Arten« und den künstlichen orangenen, gelben und weissen Racen ein und derselbe Zusammenhang besteht, mit andern Worten, dass die »natürlichen« gelben und weissen Arten mit der orangefarbenen genetisch zusammenhängen.

Ganz derselbe Zusammenhang besteht offenbar auch mit der gezüchteten fleischfarbenen Modification. Allerdings kennen wir dieselbe nicht mit Sicherheit als spontan entstanden wie bei der gelben und weissen Race.

Es ist zwar von Tavel in Bern ein Staphylococcus roseus beschrieben und uns gütigst überlassen worden, doch stimmt derselbe nach unsern Untersuchungen (Atlas 177) mit der Varietät des Mikrococcus roseus, dem Mikrococcus roseo-fulvus vollständig überein. Letztere beide sind auf Tabelle II neben einander gestellt, und sie unterscheiden sich nur mit Sicherheit dadurch, dass die Cultur, welche auf das Substrat eines Vertreters der Subtilisgruppe angelegt wurde, beim Mikrococcus roseus carminroth wird, beim Mikrococcus roseo-fulvus aber gelbroth. Ebenso ist der Bodensatz bei Milchculturen vom Mikrococcus roseus hochroth, vom Mikrococcus roseo-fulvus gelbroth, Unterschiede, welche zwar augenblicklich noch als einzige Differenzialmerkmale dienen müssen, ob sie aber bei weiteren Untersuchungen nicht auch noch als in die Variabilitätsgrenze fallend, werden bei Seite gelassen werden, ist erst späteren gelegentlichen Nachforschungen vorbehalten. Ganz ebenso liegen die Verhältnisse bei der fleischfarbenen Modification, deren innerer Zusammenhang mit den bekannten rosafarbenen Coccen wir augenblicklich festzustellen noch nicht im Stande sind.

Bemerkungen zu Tabelle III.

Bei der Vergleichung der zweifach gefärbten Racen von Sarcina mobilis, Mikrococcus aurantiacus und Mikrococcus bicolor ist relativ wenig zu sagen.

Noch augenscheinlicher wie beim Mikrococcus pyogenes tritt hier die Zusammengehörigkeit der farbenveränderten Racen zu Tage. Bei Mikrococcus bicolor ist nur ein sehr geringer Unterschied in der Bouilloncultur; ein etwas grösserer bei der Schwefelwasserstoffbildung. Mikrococcus aurantiacus zeigt in seiner weissen Art klare Zuckerbouillon, in der orange Modification trübe Beschaffenheit. Sonst kann man kaum eine auffällige Veränderung konstatiren.

Etwas anders verhält es sich bei Sarcina mobilis. Dort tritt die weisse Race absolut ohne Verflüssigung auf, die gelbe sinkt langsam ein. Das Wachsthum der ersteren ist langsamer und kümmerlicher gegenüber dem üppigen Wachsthum der gelben Modification. Die Säurebildung ist um das Doppelte bei der weissen Race grösser als bei der andern. Ueberhaupt ist das ganze Auftreten der weissen Modification bescheidener und zarter, und es gewinnt den Anschein als sei aus der künftigen ursprünglichen gelben Cultur eine degenerirte hervorgegangen. Im mikroskopischen Bilde verhalten sich beide vollständig gleich, und da es bei der Unterscheidung der Sarcinen in der Hauptsache auf die Packetbildung ankommt, so dürfen wir auch hier mit Fug und Recht annehmen, dass beide Racen identisch sind.

Ich halte es übrigens für meine Pflicht, nicht zu verschweigen, dass ich bei einem weissen Mikrococcus, der mit dem Mikrococcus candicans bis auf eine lebhafte Verflüssigung übereinstimmte, eine citronengelbe Race gezüchtet zu haben glaubte, welche sich aber bei der genauen morphologischen Untersuchung als gelbes Stäbchen herausstellte. Ich führe dies deshalb an, um zu zeigen, wie leicht es doch möglich ist, durch Verwechslungen oder Verunreinigungen getäuscht zu werden und wie erlaubt es ist, einer solchen Arbeit einen gewissen Skepticismus entgegen zu bringen. Ich darf aber versichern, dass ich selbst und auch Herr Prof. Lehmann den Resultaten so lange den

äussersten Skepticismus entgegengebracht haben, bis durch oft wiederholte und unzweideutige und unzweifelhafte Ergebnisse und Experimente jede Möglichkeit eines gröberen Versehens ausgeschlossen war.

Züchtung der untersuchten Bacterien im Kohlensäure- und Wasserstoffstrom.

Es bleibt mir nun noch übrig, mit kurzen Worten auf die Veranderungen einzugehen, welche die untersuchten Bacterien erleiden, wenn sie künstlichen Eingriffen ausgesetzt werden. Es handelt sich in diesem Falle um die Züchtung derselben im Kohlensäure- und im Wasserstoffstrom, eine Methode, wie sie Lubinsky[1]) beim Mikrococcus pyogenes aureus angewendet hat, um die Cultur des Pigments zu berauben. Bei diesen Versuchen ist es vor allen Dingen nothwendig, jede Spur von Luft auszuschliessen, was sich auf folgende von Prof. Lehmann zuerst angegebene Art leicht erreichen lässt.

Man benützt einen zweitheiligen Exsiccator, dessen obere Kuppel mit einem doppelt durchbohrten Gummistopfen verschlossen werden kann. Durch denselben führt ein zuleitendes und ein ableitendes Rohr. Die unteren Theile des Exsiccators beschickt man mit Pyrogallussäure und Kalilauge, bringt die Bacterienarten auf Agarsticheulturen hinein und setzt die beiden Hälften des Exsiccators schnell auf einander. Das zuleitende und ableitende Rohr ist durch Hähne verschlossen Nachdem durch gelindes Schütteln der Sauerstoff der vorhandenen Luft gebunden ist, leitet man ½ Stunde lang gewaschenes CO_2 oder H_2 hindurch, verschliesst die Hähne, und versenkt den ganzen Exsiccator in einen Kübel mit Wasser, welches auf Zimmertemperatur gehalten wird.

Untersucht wurden auf diese Weise die orange, gelbe, weisse und fleischfarbene Race vom Mikrococcus pyogenes, ferner die doppelfarbigen Racen oder Sarcina mobilis, Mikrococcus bicolor *α* Mikrococcus aurantiacus. Als allgemeine

1) Lubinsky, Centralblatt f. Bacteriologie, XVI, 773.

Erscheinung zeigte sich zunächst sowohl bei den Kohlensäure- wie bei den Wasserstoffculturen, dass das Wachsthum der Bacterien von Generation zu Generation eine bedeutende Einbusse erleidet. In der ersten Generation war noch das oberflächliche Wachsthum einigermaassen günstig zu nennen, später nahm dasselbe mehr und mehr ab, und schon in der 6. Generation (jede Generation wurde 14 Tage in der betreffenden Atmosphäre gehalten) war es sehr schwierig, überhaupt auf den neuen Nährboden etwas zu übertragen, da das Oberflächenwachsthum überhaupt sistirte und nur im Stichkanal »anaerob« sich einige Keime entwickelt hatten.

Schneller als das Wachsthum überhaupt geht die Pigmentbildung verloren und man kann von einer charakteristischen Färbung der Bacterien schon nach der 2. Generation nicht mehr reden. Die orange und die fleischfarbene Cultur sind schmutzig weiss geworden, auch die gelbe ist bedeutend abgeblasst; doch muss hervorgehoben werden, dass letztere sich resistenter zeigt, als die vorhergenannten. In der 3. und 4. Generation hört dann die Pigmentbildung vollständig auf.

Leider geht aber der Zweck, den man erreichen wollte, nicht in Erfüllung, denn das Wachsthum und die Pigmentbildung finden kein Hindernis mehr, wenn die Culturen aus dem Wasserstoff- und Kohlensäuregefangniss wieder in die gewöhnliche Atmosphäre kommen, und man sieht sowohl die einen wie die andern sich bereits nach 3—4 Tagen üppig entwickeln. Ja selbst in der 7. CO_2-Generation, wo weder von kaum einem Wachsthum, geschweige von einer Pigmentbildung die Rede war, zeigten die Culturen alsbald die ursprüngliche Färbung.

Besonders interessant dabei ist, dass sich die Farbstoffe viel üppiger und intensiver zeigen, als bei normal weiter gezüchteten Culturen, und ich stimme darin mit Lubinsky in Beziehung zu den CO_2-Culturen überein, muss dasselbe in dem gleichen Maasse aber auch von den H_2-Culturen behaupten, die nach Lubinsky eine schwächere Färbung aufweisen sollen. Hervorheben will ich noch, dass die orange Culturen von Mikrococcus pyogenes, Mikrococcus bicolor und Mikrococcus aurantiacus,

nachdem sie generationsweise in H_2 und CO_2 verweilt, und dann 8 Tage an der Luft gestanden hatten, in ihren Controlculturen eine ganze Scala von hellrehbraun bis tieforangeroth vorstellten, ein Zeichen, dass offenbar bei den orange Arten alle möglichen Nuancen vorkommen können.

Aus den vorliegenden Versuchen mit H_2 und CO_2, die wohl noch länger fortgesetzt werden müssten, will ich noch keine positiven Schlüsse ziehen, aber es scheint, als ob die genannten Gase keine dauernde Schädigung des Pigments hervorbringen könnten.

Schluss.

Es erübrigt mir noch, die Resultate aus den Untersuchungen kurz zusammenzufassen:

1. Aus dem Mikrococcus pyogenes α aureus konnten unter natürlichen Verhältnissen und ohne künstliche Mittel

a) eine weisse, b) eine gelbe, c) eine fleischfarbene und d) die orange Modification als constante Racen gezüchtet werden.

2. Es gelang, die fleischfarbene Race wieder in die orange überzuführen.

3. Aus der ursprünglich gelben Sarcina mobilis liess sich eine constante gelbe und weisse,

4. aus dem orange und weiss auftretenden Mikrococcus bicolor eine constante orange und schmutzig weisse,

5. aus dem Jahre lang weiss gewachsenen Mikrococcus aurantiacus eine constante orange und weisse Race gewinnen.

6. Daraus lässt sich schliessen, dass die Fähigkeit der Farbstoffbildung auch ohne merkliche »äussere Ursachen« aus innern uns unbekannten Gründen, in sehr weiten Grenzen und nicht blos quantitativ schwankt.

7. Die Vergleichung der neugezüchteten Racen unter sich ergab keine Unterschiede mit Ausnahme der Farbstoffbildung.

8. Die vielseitige Vergleichung der neugezüchteten Racen mit den »natürlichen« gelben und weissen Modificationen des Mikrococcus pyogenes α aureus ergab ebenfalls nur Unterschiede, welche in die Variabilitätsgrenzen fallen.

9. Die eine Race **kann** also aus der andern entstehen und in eine andre übergeführt werden.

10. Ein Analogon zu der neu gezüchteten fleischfarbenen Race ist noch nicht bekannt; ein von Tavel beschriebener Staphylococcus roseus stimmt nur mit dem Mikrococcus roseofulvus überein.

11. Kohlensäure und Wasserstoffatmosphäre scheinen den Pigmentverlust der untersuchten Bacterien nicht dauernd herbeiführen zu können.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Chef, Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann für seinen vielfachen Rath auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Bacteriologische und kritische Studien über die Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse.[1])

Von

Prof. Dr. **Gustav Kabrhel.**

Während ich mich mit dem Studium der Verunreinigung und Selbstreinigung der Flüsse befasste und zu diesem Zwecke bacteriologische Analysen des Wassers der Moldau und einiger anderer böhmischer Flüsse ausführte, habe ich wahrgenommen, dass die Zahl der Bacterienkeime an einem und demselben Ort in einem immensen Maasse sinken und fallen kann.

Durch weiteres Studium dieser Erscheinung bin ich zu der Ansicht gekommen, dass einer eingehenden Kenntnis derselben nicht nur in Bezug auf das Studium der Selbstreinigung, sondern auch in Bezug auf die Feststellung des Reinheitsgrades überhaupt eine grosse Wichtigkeit zukommt.

Man könnte auf Grundlage der Speculation annehmen, dass die Zahl der Bacterienkeime an einem bestimmten Orte mit dem Sinken des Flusswasserstandes, indem dadurch geringere Verdünnung von unreinen Zuflüssen bedingt wird, wachsen wird.

Wir werden uns aber bald überzeugen, dass solche speculative Schlüsse nicht richtig sind und dass dieselben mit den folgenden bacteriologischen Analysen nicht übereinstimmen. Des Weiteren werden wir uns überzeugen können, dass nichtsdestoweniger ein ganz bestimmtes Gesetz in Bezug auf das Wachsen

1) Von dem Verfasser übersetzt (Böhm. Kaiser Franz-Josef-Akademie, Bd. V).

und Sinken der Bacterienzahl an einem und demselben Orte aufgestellt werden kann. Und eben die genaue Kenntnis dieses Gesetzes und der dasselbe bedingenden Faktoren ist, wie später nachgewiesen werden wird, für die Beurtheilung der Verunreinigung und Selbstreinigung eines bestimmten Flusses von einer grossen Tragweite.

Bacteriologische Analysen, welche die Grundlage der eben angedeuteten Schlüsse bilden, beziehen sich auf das Wasser der Moldau

Zu diesem Zwecke wurden Wasserproben an drei Orten geschöpft und zwar:

a) bei Podol d. i. noch vor dem Eintritte des Moldauflusses in die Stadt Prag, bevor in denselben zahlreiche unreine Kanalzuflüsse einmünden. Die betreffenden Proben wurden aus einem Kahne zwischen dem Smichover Ufer und der Schwarzenberginsel geschöpft (gewöhnlich in der Früh).

b) Bei dem Schitkover Wehr, bald nach dem Eintritte des Flusses in die Stadt, in der Strommitte (gewöhnlich Nachmittag).

c) In der Nähe der Franzjosefsbrücke, also an einer Stelle, an der die Moldau von verschiedenen unreinen Kanalzuflüssen stark verunreinigt ist. Das Schöpfen der Wasserproben kam an einem Ort zu Stande, an welchem das Wasser von den Mühlrädern des dortigen Wasserwerkes abfliesst (gewöhnlich Nachmittag).

Zur Wasserentnahme wurden sterilisirte mit Wattepfropf versehene Eprouvetten benützt, deren Hals vor der Entnahme ausgeglüht wurde.

Das Wasser wurde aus den ca. 20—30 cm unter der Oberfläche liegenden Schichten, mittelst einer langen Zange, deren Branchen zur Aufnahme von Eprouvetten an ihrem Ende gekrümmt waren, entnommen.

Gleichzeitig wurde bei der Wasserentnahme auch der Stand des Wassermessers beim Schitkover Wehr abgelesen.

Die Wasserproben wurden sogleich in das Laboratorium getragen, so dass längstens im Verlaufe von 1—1½ Stunden Platten gegossen wurden.

Zu diesem Zwecke wurden genau 0,05 ccm von der betreffenden Wasserprobe mittelst einer sterilisirten Pipette in Koch's alkalischer Fleischpeptongelatine abgemessen, gemischt und in Petri'sche Schalen gebracht.

Die Zählung der Colonien geschah mit Loupe und womöglich erst nach Ablauf von 5 oder 6 Tagen, nach welchem Zeitpunkte, wie die Erfahrung lehrte, keine neuen Colonien mehr auftauchten. Bei weniger verunreinigten Wässern, welche ca. 1000 bis 2000 Keime in 1 ccm enthielten, war es ganz gut möglich.

Bei mehr verunreinigten Wässern musste die Zählung in Folge der eintretenden Verflüssigung früher, bei sehr keimhaltigen Wasserproben aber schon nach 36—48 Stunden vorgenommen werden. Es ist einleuchtend, dass die mit Loupe festgestellte Zahl der Keime bei sehr keimhaltigen Wässern nicht richtig ist. Benützt man in diesem Falle zum Zählen anstatt der Loupe das Mikroskop, so erhält man 2—3 mal unter Umständen noch vielmal höhere Zahlen.

Nichtsdestoweniger ist dieser Umstand in Bezug auf meine Arbeit und in Bezug auf die in derselben abgeleiteten Sätze von einer untergeordneten Bedeutung, indem nicht die Feststellung von absoluten Keim-Zahlen, sondern nur der Vergleich der nach einer bestimmten Methode erhaltenen Resultate der hauptsächlichste Zweck war.

Das Zählen der Colonien, welche aus weniger verunreinigten Wässern stammten, geschah in der Weise, dass alle Colonien der ganzen Platte gezählt wurden.

Bei stark verunreinigten Wässern musste man sich mit dem gewöhnlich üblichen Modus des Zählens begnügen.

Die bacteriologischen Analysen, betreffend die Zahl der Keime, sind übersichtlich in folgenden drei Tabellen zusammengefasst. Es ist in denselben auch der tägliche Stand des Wassermessers und die tägliche Temperatur in Prag nach dem Berichte der meteorologischen Station eingetragen.

Tabelle I.

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
		December 1895.				
1. XII.	3 547	10	— 2,1	— 1	— 9	
2. XII.	3 413	11	— 1,9	0	— 2	
3. XII.	3 033	11	0,8	2	— 2	
4. XII.	3 200	14	3,6	5	1	
5. XII.	12 000	16	4,8	6	4	
6. XII.	16 000	30	4	11	2	
7. XII.	39 000	65	2	7	2	
8. XII.	110 000	95	1,3	3	1	
9. XII.	62 000	50	1,8	3	0	
10. XII.	53 000		2,8	3	0	
11. XII.	56 000	43	2,8	7	3	
12. XII.	31 000	44	1,8	5	2	
13. XII.	42 000	51	0,3	4	— 1	
14. XII.	15 000	44	1,3	4	0	
15. XII.	16 500	43	0,2	3	0	
16. XII.	12 000	36	— 1,1	2	— 3	
17. XII.	9 540	42	— 0,1	1	— 2	
18. XII.	7 070	32	0,2	1	0	
19. XII.	7 185	34	1,3	2	0	
20. XII.	5 850	32	2,2	4	2	
21. XII.	6 300	34	1,6	4	1	
22. XII.	5 620	36	— 0,9	2	— 1	
23. XII.	4 910	35	2,2	4	2	
24. XII.	4 280	34	1,3	4	1	
25. XII.	4 590	45	— 3,4	0	— 4	Diese Steigung ist bloss scheinbar, da sämmtl. Mühlen ruhen (Weihnachtsfeiertag).
26. XII.	2 850	30	— 3,8	— 2	— 4	
27. XII.	2 880	19	— 8,4	— 3	— 9	
28. XII.	2 285	18	— 3,2	— 2	— 8	
29. XII.	1 460	17	— 5,4	— 1	— 5	
30. XII.	8 700	2	— 12	— 4	—12	
31. XII.	1 810	4	— 5,2	— 4	—12	
		Januar 1896.				
1. I.	1 630	13	— 3,6	3	— 5	
2. I.	875	23	— 14,1	— 5	—15	
3. I.	1 250	26	— 8,5	— 7	—14	
4. I.	3 775	29	— 1,5	— 1	— 9	
5. I.			0,6	2	— 2	
6. I.	1 735	29	0,8	2	— 1	
7. I.	1 160	29	— 2,9	0	— 3	

3*

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
8. I.	1 025	24	— 4	— 2	— 5	
9. I.	650	22	— 3,8	0	— 5	
10. I.	1 210	17	— 11,1	— 2	— 11	
11. I	1 400	11	— 15,1	— 6	— 15	
12. I.	1 440	3	— 10,1	— 7	— 14	
13. I	5 560	5	— 3,6	— 3	— 10	
14. I.			— 0,4	0	— 4	
15. I.	4 570	15	— 4,2	2	— 4	
16. I.	3 000	25	1,3	3	— 5	
17. I.	1 420	21	1,6	4	1	
18. I.	1 065	24	1,7	2	0	
19. I.	2 250	29	1,7	4	0	
20. I		39	1,5	3	1	
21. I	15 500	54	1,3	3	1	
22. I	35 000	50	0,2	2	0	
23. I	28 000	45	0,3	2	— 1	
24. I.	14 500	38	0,7	3	0	
25. I	10 000	38	— 3,8	2	— 5	
26. I	9 000	34	0,6	1	— 4	
27. I.	3 300	29	— 4,8	2	— 5	
28. I.	2 410	26	— 12,7	— 2	— 13	
29. I.	1 575	18	— 12,5	— 5	— 13	
30. I	1 300	15	— 4,8	— 3	— 12	
31. I	1 130	18	+ 1,5	2	— 4	
Februar 1896.						
1. II.	1 970	22	2,2	5	1	
2. II	4 110	28	1,4	4	1	
3. II.	4 380	23	1,6	3	1	
4. II.	1 010	22	— 2,1	4	— 2	
5. II.	1 375	21	— 4,0	5	— 4	
6. II.	1 360	21	1,3	3	— 4	
7. II.	4 970	26	3,2	5	1	
8. II.	3 900	26	1,8	5	1	
9. II.	7 640	28	— 2,8	5	— 2	
10. II.	2 850	27	— 3,6	5	— 3	
11. II	8 040	30	3,0	7	2	
12. II.	32 000	38	3,0	7	2	
13. II.	55 000	62	6	8	3	
14. II.	60 000	60	— 0,5	7	— 1	
15. II.	53 000	52	— 0,1	2	— 1	
16. II.	38 000	38	— 7,6	0	— 8	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkaner Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
17. II.	20 000	21	— 4,4	0	—7	
18. II	16 900	19	2,0	3	4	
19. II	9 000	19	1,8	5	2	
20. II.	4 500	15	— 0,5	3	—1	
21. II.	5 080	15	—5,6	2	—6	
22. II.	3 650	20	— 7,9	—1	—8	Die Steigung nur scheinbar, da die vom Hochwasser durchgerissene Wehrschleuse reparirt wurde.
23. II.	2 550	21	— 7,4	0	—8	Die Mühlen ruhen.
24. II.	2 030		— 7,2	1	—8	
25. II.	1 770		— 6,1	—1	—7	
26. II	1 250	7	— 0,1	0	—6	
27. II.	700		— 0,3	3	—1	
28. II.	790	7	0,1	2	—1	
29. II.	1 810	16	1,5	4	0	
März 1896.						
1. III.	1 185	17	— 2,9	2	—3	
2. III.	1 740	6	5,4	6	—3	Das Sinken nur scheinbar, da des Eisganges wegen d. Wehrschieusse geöffnet wurde.
3. III.	11 000	21	3,2	7	2	
4. III.	26 000	42	3,4	9	3	
5. III.	40 000	50 um 3 Uhr Nachm.	3,0	7	3	Der Wasserstd. d. Moldau des Eisganges über die Wehre wegen veränderlich, dabei jedoch freilich bedeutend hoch.
6. III.	44 000	60 um 3 Uhr Nachm.	2,6	8	2	
7. III.		60	2,2	9	3	
8. III.	35 000	87	2,0	7	2	
9. III.	39 000	79	1,2	7	1	
10. III.	95 000	115	0,4	4	0	
11. III.	55 000	110	0,3	3	0	
12. III.	30 000	82	3,8	5	0	
13. III.	25 000	86	0,7	4	0	
14. III.		76	— 1,1	2	—1	
15. III.	16 000	72	0,2	3	—1	
16. III	10 500	64	4,2	6	0	
17. III	24 000	80	7,0	12	4	
18. III.	19 000	82	4,9	14	4	
19. III.	19 000	94	5,0	17	5	
20. III	20 000	94	5,4	15	5	
21. III	15 000	92	4,8	17	5	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
22. III.	16 000	96	4,1	16	4	
23. III.	7 500	86	4,9	18	4	
24. III.	6 500	79	5,8	19	5	
25. III.	5 100	79	5,4	18	5	
26. III.	3 070	70	8,0	20	5	
27. III.	2 990	65	7,5	18	8	
28. III.	2 700	65	3,8	12	3	
29. III.	4 710	67	− 0,3	7	2	
30. III.	2 095	58	3,1	8	0	
31. III.	8 290	54	1,1	7	2	
April 1896.						
1. IV.	6 490	52	0,4	5	0	
2. IV.	8 620	55	1,8	3	0	
3. IV.	9 580	55	1,0	5	1	
4. IV.	8 920	57	2,1	6	1	
5. IV.	7 460	63	1,4	6	1	Die Wassersteigung scheinbar, da sämmtliche Mühlen ruhten (Ostersonntag).
6. IV.	4 670	57	2,9	7	2	
7. IV.	4 220	52	1,3	8	1	
8. IV.	1 720	51	7,4	10	1	
9. IV.	2 760	55	7,0	10	7	
10. IV.		64	6,0	9	5	
11. IV.	7 480	66	7,9	13	6	
12. IV.	5 960	64	5,6	12	5	
13. IV.	4 080	63	4,0	10	3	
14. IV.	4 880	64	4,0	10	3	
15. IV.	2 400	62	2,2	9	2	
16. IV.	1 840	58	3,2	10	2	
17. IV.	1 800	53	2,8	10	2	
18. IV.	1 730	53	5,1	13	3	
19. IV.	1 410	49	6,3	9	5	
20. IV.	6 040	47	4,2	9	4	
21. IV.	2 260	46	5,6	10	4	
22. IV.	1 600	47	6,4	16	5	
23. IV.	1 120	47	7,4	15	6	
24. IV.	2 740	43	5,3	12	4	
25. IV.	2 960	44	3,3	7	2	
26. IV.	2 340	47	8,7	12	3	Die Mühlen ruhten.
27. IV.	1 960	41	10,8	17	9	
28. IV.	1 820	37	12,3	17	11	
29. IV.	1 240	40	12,8	20	12	
30. IV.	1 350	41	9,4	16	10	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
		Mai 1896.				
1. V.	9 600	46	8,1	13	7	
2. V.	50 000	87	8,4	12	8	
3. V.	85 000	104	6,4	11	6	
4. V.	96 000	194	5,4	9	6	
5. V.	40 000	245	7,4	8	5	
6. V.	28 000	195	7,9	12	7	
7. V.	26 000	178	8,9	11	8	
8. V.	17 000	172	6,4	13	5	
9. V.	18 000	135	8,5	15	7	
10. V.	12 000	125	7,6	16	6	
11. V.	5 440	88	10,3	19	8	
12. V.	7 960	98	11,2	20	9	
13. V.	5 320	81	9,4	22	9	
14. V.	7 740	77	8,7	14	7	
15. V.	4 300	69	13,0	15	9	
16. V.		68	9,6	21	8	
17. V.	3 780	68	8,2	13	7	
18. V.	2 960	59	9,8	15	8	
19. V.	2 040	54	14,1	19	10	
20. V.	66 800	51	14,6	22	11	
21. V.	5 520	52	10,3	19	10	
22. V.	2 140	51	8,9	14	9	
23. V.	4 260	55	9,8	14	9	
24. V.	9 560	65	10,7	16	10	
25. V.	77 000	100	12,1	20	10	
26. V.	13 000	82	9,6	15	8	
27. V.	4 300	75	15,0	19	9	
28. V.	2 430	66	16,6	26	14	
29. V.	2 920	60	15,8	28	13	
30. V.	1 730	60	13,2	21	12	
31. V.	7 500	73	12,0	17	11	
		Juni 1896.				
1. VI.	4 120	63	10,6	17	9	
2. VI.	4 320	54	14,8	22	10	
3. VI.	4 040	51	15,4	24	12	
4. VI.	2 280	48	16,0	26	14	
5. VI.	960	44	16,8	24	16	
6. VI.	171 600	46	17,4	24	15	Zu Mittag und Nachmittags Regen über Prag und Umgebung
7. VI.	36 300	57	16,7	23	16	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
8. VI	7 100	52	14,1	21	12	
9. VI.	3 200	49	17,4	25	14	
10. VI.	3 000	44				
11. VI.	5 260	42	15,6	23	14	
12. VI	3 140	40	15,0	21	13	
13 VI.	1 180	42	18,8	24	15	
14. VI.	7 440	43	18,6	24	16	Regen.
15. VI.	2 160	42	17,6	27	16	
16. VI.	2 640	39	15,4	25	14	
17. VI.	1 800	34	20,0	28	16	
18. VI.	9 840	32	19,8	29	18	Wahrscheinlich durch Anschwellung d. Boticbaches, welcher in die Moldau mündet u. sehr verunrein. ist, bedingt.
19. VI.	2 740	33	20,2	28	17	
20. VI.	3 960	29	17,9	23	17	
21. VI.	17 760	41	14,1	25	14	
22. VI.	5 180	56	13,7	22	14	
23. VI.	6 220	56	14,2	20	13	
24. VI.	2 760	51	14,6	19	14	
25. VI.	14 400	44	16,0	21	14	
26 VI.	103 200	57	13,2	23	13	
27. VI.	35 600	86	14,0	20	12	
28. VI.	22 800	81	15,5	21	14	
29. VI.		60	16,3	22	15	
30. VI.	3 760	55	11,0	19	10	
			Juli 1896.			
1. VII.	3 260	50	13,3	17	11	Das Wetter sehr unsicher, mit häufigen Niederschlägen.
2. VII.	6 860	48	13,2	20	12	
3. VII.	7 000	45	13,0	19	12	
4. VII.		41	14,4	18	12	
5. VII.	28 340	52	16,2	19	14	
6. VII.	12 600	64	13,3	19	13	
7. VII	10 200	58	10,3	18	9	
8. VII	2 560	49	14,2	24	9	
9. VII.	1 460	40	18,4	26	14	
10. VII.	1 440	34	18,9	27	17	
11. VII.	1 240	33	21,0	28	18	
12. VII.	12 140	37	14,8	24	13	
13. VII.	6 960	40	15,2	24	14	
14 VII	1 340	39	16,4	22	15	
15. VII.		36	16,0	24	14	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Temperatur			Bemerkungen
				Maximum	Minimum	
16. VII.	6 240	31	16,6	26	15	Das Wetter sehr unsicher, mit häufigen Niederschlägen.
17. VII.	940	24	18,6	27	17	
18. VII.	1 760	21	18,6	25	17	
19. VII.	7 860	30	17,1	23	17	
20. VII.	1 120	23	18,5	27	17	
21. VII.		24	15,6	26	15	
22. VII.	1 760	35	20,1	28	16	
23. VII.	1 620	34	19,2	28	19	
24. VII.	1 240	32	16,7	23	16	
25. VII.	10 320	32	14,4	19	14	
26. VII.	19 280	36	14,1	19	14	
27. VII.	2 020	32	16,4	25	14	
28. VII.	1 220	32	19,2	27	17	
29. VII.	3 920	32	21,0	30	18	
30. VII.		31	20,2	32	19	

Tabelle II.

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
		December 1895.				
8. XII.	120 000	95	1,3	3	1	
22. XII.	14 000	36	— 0,9	2	— 1	
24. XII.	12 000	34	1,3	4	1	
28. XII.	7 700	18	— 3,2	— 2	— 8	
31. XII.	8 600	4	— 5,2	— 4	—12	
		Januar 1896.				
3. I.	6 700	26	— 8,5	— 7	—14	
6. I.	7 200	29	0,8	2	— 1	
9. I.	5 200	24	— 4	— 2	— 5	
13. I.	15 000	5	— 3,6	— 3	—10	
15. I.	17 300	15	— 4,2	2	— 4	
17. I.	14 500	21	1,6	4	1	
19. I.	10 200	29	1,7	4	0	
21. I.	16 800	54	1,3	3	1	
23. I.	36 000	45	0,3	2	— 1	
25. I.	18 000	38	— 3,8	2	— 5	
27. I.	15 600	29	— 4,8	2	— 5	
29. I.	12 500	18	—12,5	— 5	—13	
31. I.	18 000	18	1,5	2	— 4	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
Februar 1896.						
1. II.	19 000	22	2,2	5	1	
2. II.	15 100	28	1,4	4	1	
3. II.	17 600	23	1,6	3	1	
4. II.	11 400	22	— 2,1	4	— 2	
6. II.	21 200	21	1,3	3	— 4	
8. II.	19 200	26	1,8	5	1	
10. II.	12 000	27	— 3,6	5	— 3	
12. II.	36 600	38	3,0	7	2	
16. II.	47 600	38	— 7,6	2	— 1	
17. II.	44 000	21	— 4,4	0	— 7	
18. II.	36 000	19	2	3	— 4	
19. II.	21 500	19	1,8	5	2	
20. II.	14 700	15	— 0,5	3	— 1	
21. II.	14 400	15	— 5,6	2	— 6	
22. II.	19 000	20	— 7,9	— 1	— 8	
23. II.	8 800	21	— 7,4	0	— 8	
24. II.	22 600		— 7,2	1	— 8	
25. II.	11 200		— 6,1	— 1	— 7	
26. II.	19 200	7	— 0,1	0	— 6	
27. II.	16 200		— 0,3	3	— 1	
28. II.	20 000	7	0,1	2	— 1	
29. II.	21 900	16	1,5	4	0	
März 1896.						
1. III.	8 800	17	— 2,9	2	— 3	
2. III.	22 500	6	5,4	6	— 3	
3. III.	14 900	21	3,2	7	2	
4. III.	31 750	42	3,4	9	3	
5. III.	44 000	50	3,0	7	3	
6. III.	51 000	60	2,6	8	2	
7. III.		60	2,2	9	3	
8. III.	44 000	87	2,0	7	2	
9. III.	80 000	79	1,2	7	1	
10. III.	84 000	145	0,4	4	0	
11. III.	59 000	110	0,3	3	0	
12. III.	50 400	82	3,8	5	0	
13. III.		86	0,7	4	0	
14. III.		76	— 1,1	2	— 1	
15. III.	22 000	72	0,2	3	— 1	
16. III.	18 500	64	4,2	6	0	
17. III.	28 000	80	7,0	12	4	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
18. III.	21 000	82	4,9	14	4	
19. III.		94	5,0	17	5	
20. III.	23 000	94	5,4	15	5	
21. III.	19 000	92	4,8	17	5	
22. III.	12 800	96	4,1	16	4	
23. III.		86	4,9	18	4	
24. III.	12 000	79	5,8	19	5	
25. III.	9 500	79	5,4	18	5	
26. III.	5 820	70	8,0	20	5	
27. III.	9 700	65	7,5	18	8	
28. III.	7 800	65	3,8	12	3	
29. III.	6 800	67	—0,3	7	2	
30. III.	10 000	58	3,1	8	0	
31. III.	14 700	54	11	7	2	
		April 1896.				
1. IV.	21 900	52	0,4	5	0	
2. IV.	18 500	55	1,8	3	0	
3. IV.	18 100	55	1,0	5	1	
4. IV.	14 800	57	2,1	6	1	
5. IV.		63	1,4	6	1	
6. IV.		57	2,9	7	2	
7. IV.	12 600	52	1,3	8	1	
8. IV.	12 900	51	7,4	10	1	
9. IV.	8 400	55	7,0	10	7	
10. IV.	17 000	64	6,0	9	5	
11. IV.	21 300	66	7,9	13	6	
12. IV.	10 100	64	5,6	12	5	
13. IV.	15 600	63	4,0	10	3	
14. IV.	9 500	64	4,0	10	3	
15. IV.	9 500	62	2,2	9	2	
16. IV.	6 600	58	3,2	10	2	
17. IV.	11 500	53	2,8	10	2	
18. IV.	8 500	53	5,1	13	3	
19. IV.	4 200	49	6,3	9	5	
20. IV.	20 400	47	4,2	9	4	
21. IV.	6 900	46	5,6	10	4	
22. IV.	5 200	47	6,4	16	5	
23. IV.	5 900	47	7,4	15	6	
24. IV.	8 000	43	5,3	12	4	
25. IV.	14 100	44	3,3	7	2	
26. IV.	6 220	47	8,7	12	3	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
27. IV.	14 800	41	10,8	17	9	
28. IV.	11 400	37	12,3	17	11	
29. IV.	9 540	40	12,8	20	12	
30. IV.	10 340	41	9,4	16	10	
Mai 1896.						
1. V.	24 400	46	8,1	13	7	
2. V.	60 000	87	8,4	12	8	
3. V.	55 000	104	6,4	11	6	
4. V.	76 000	194	5,4	9	6	
5. V.	33 000	245	7,4	8	5	
6. V.	25 800	195	7,9	12	7	
7. V.	33 800	173	8,9	11	8	
8. V.	20 300	172	6,4	13	5	
9. V.	19 400	135	8,5	15	7	
10. V.	14 200	125	7,6	16	6	
11. V.	84 000	88	10,3	19	8	
12. V.	11 900	93	11,2	20	9	
13. V.	8 500	81	9,4	22	9	
14. V.	11 400	77	8,7	14	7	
15. V.	10 500	69	13,0	15	9	
16. V.	9 700	68	9,6	21	8	
17. V.	6 200	68	8,2	13	7	
18. V.	7 600	59	9,8	15	8	
19. V.	11 400	54	14,1	19	10	
20. V.	69 000	51	14,6	22	11	
21. V.	11 400	52	10,3	19	10	
22. V.	13 900	51	8,9	14	9	
23. V.	8 500	55	9,8	14	9	
24. V.	10 100	65	10,7	16	10	
25. V.	81 600	100	12,1	20	10	
26. V.	17 900	82	9,6	15	8	
27. V.	8 180	75	15,0	19	9	
28. V.	7 700	66	16,6	26	14	
29. V.	7 500	60	15,8	28	13	
30. V.	7 500	60	13,2	21	12	
31. V.	10 300	73	12,0	17	11	
Juni 1896.						
1. VI.	8 000	63	10,6	17	9	
2. VI.	7 000	54	14,8	22	10	
3. VI.	6 040	51	15,4	24	12	
4. VI.	4 200	48	16,0	26	14	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
5. VI.	8 800	44	16,8	24	16	
6. VI.	212 800	46	17,4	24	15	Regen.
7. VI	48 780	57	16,7	23	16	
8. VI.	17 760	52	14,1	21	12	
9. VI.	10 480	49	17,4	25	14	
10. VI	9 900	44	15,6	23	14	
11. VI	11 520	42				
12. VI	13 100	40	15,0	21	13	
13. VI	11 500	42	18,8	24	15	
14. VI.	16 280	43	18,6	24	16	
15 VI.	8 280	42	17,6	27	16	
16. VI.	14 200	39	15,4	25	14	
17. VI.	13 000	34	20,0	28	16	
18. VI.	15 580	32	19,8	29	18	
19 VI.	17 800	33	20,2	28	17	
20. VI.	19 000	29	17,9	23	17	
21. VI.		41	14,1	25	14	
22 VI	12 020	56	13,7	22	14	
23 VI.	8 960	56	14,2	20	13	
24. VI.	7 820	51	14,6	19	14	
25 VI.	12 040	44	16,0	21	14	
26 VI.	86 400	57	13,2	23	13	
27 VI.	35 600	86	14,0	20	12	
28. VI.	33 600	81	15,5	21	14	
29. VI	12 800	60	16,3	22	15	
30. VI.	11 100	55	11,0	19	10	
Juli 1896.						
1. VII	11 800	50	13,3	17	11	Das Wetter unsicher, mit häufigen Niederschlägen.
2 VII.		48	13,2	20	12	
3 VII.		45	13,0	19	12	
4 VII.	61 260	41	14,4	18	12	
5. VII.	31 740	52	16,2	19	14	
6. VII.	21 040	64	13,3	19	13	
7. VII.	13 400	58	10,3	18	9	
8. VII.	10 640	49	14,2	24	9	
9. VII.	10 640	40	18,4	26	14	
10. VII		34	18,9	27	17	
11. VII.	10 220	33	21,0	28	18	
12. VII.	10 160	37	14,8	24	13	
13 VII.	15 260	40	15,2	24	14	
14 VII.	12 080	39	16,4	22	15	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei dem Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
15. VII.		36	16,0	24	14	Das Wetter unsicher, mit häufigen Niederschlägen.
16. VII.	18 280	31	16,6	26	15	
17. VII.	21 540	24	18,6	27	17	
18. VII.	28 400	21	18,6	25	17	
19. VII	21 540	30	17,1	23	17	
20. VII.		23	18,5	27	17	
21. VII.		24	15,6	26	15	
22. VII.	11 360	35	20,1	28	16	
23. VII.	19 520	34	19,2	28	19	
24. VII.	37 840	32	16,7	23	16	
25. VII.		32	14,4	19	14	
26. VII.	20 720	36	14,1	19	14	
27. VII.	26 640	32	16,4	25	14	
28. VII.	32 720	32	19,2	27	17	
29. VII.	28 240	32	21,0	30	18	
30. VII.	969 600	31	20,2	32	19	

Tabelle III.

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
			November 1895.			
10. XI.	5 445					
27. XI.	1 736	10				
			December 1895.			
8. XII.	106 600	95	1,3	3	1	
22. XII.	4 545	36	—0,9	2	—1	
24. XII.	2 760	34	1,3	4	1	
			Mai 1896.			
8. V.	15 900	172	6,4	13	5	
9. V.	9 700	135	8,5	15	7	
10. V.	9 300	125	7,6	16	6	
11. V.	6 500	88	10,3	19	8	
12. V.	4 300	93	11,2	20	9	
13. V.	4 400	81	9,4	22	9	
14. V.	4 200	77	8,7	14	7	
15. V.	3 480	69	13,0	15	9	
16. V.	2 260	68	9,6	21	8	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag	Maximum	Minimum	Bemerkung
17. V.		68	8,2	13	7	
18. V.	2 120	59	9,8	15	8	
19. V.		54	14,1	19	10	
20. V.	1 200	51	14,6	22	11	
21. V.	2 840	52	10,3	19	10	
22. V.	1 940	51	8,9	14	9	
23. V.	3 760	55	9,8	14	9	
24. V.	5 460	65	10,7	16	10	
25. V.		100	12,1	20	10	
26. V.	14 140	82	9,6	15	8	
27. V.		75	15,0	19	9	
28. V.	1 480	66	16,6	26	14	
29. V.	1 310	60	15,8	28	13	
30. V.		60	13,2	21	12	
31. V.	7 160	73	12,0	17	11	
Juni 1896.						
1. VI.		63	10,6	17	9	
2. VI.	3 120	54	14,8	22	10	
3. VI.	1 340	51	15,4	24	12	
4. VI.	950	48	16,0	26	14	
5. VI.	1 120	44	16,8	24	16	
6. VI.	8 860	46	17,4	24	15	
7. VI.	32 880	57	16,7	23	16	
8. VI.	7 860	52	14,1	21	12	
9. VI.	3 280	49	17,4	25	14	
10. VI.	2 460	44				
11. VI.	1 680	42	15,6	23	14	
12. VI.	2 720	40	15,0	21	13	
13. VI.	940	42	18,8	24	15	
14. VI.	1 740	43	18,6	24	16	
15. VI.	1 840	42	17,6	27	16	
16. VI.	1 740	39	15,4	25	14	
17. VI.	980	34	20,0	28	16	
18. VI.	1 800	32	19,8	29	18	
19. VI.	1 800	33	20,2	28	17	
20. VI.	1 760	29	17,9	23	17	
21. VI.	8 020	41	14,1	25	14	
22. VI.	4 360	56	13,7	22	14	
23. VI.	4 220	56	14,2	20	13	
24. VI.	2 200	51	14,6	19	14	
25. VI.	4 320	44	16,0	21	14	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Tagestemperatur in Prag			Bemerkung
				Maximum	Minimum	
26. VI	28 800	57	13,2	23	13	
27. VI.	34 800	86	14,0	20	12	
28. VI.	15 700	81	15,5	21	14	
29. VI		60	16,3	22	15	
30. VI	3 120	55	11,0	19	10	
Juli 1896.						
1. VII.	2 340	50	13,3	17	11	Das Wetter unsicher, mit häufigen Niederschlägen.
2. VII.	2 680	48	13,2	20	12	
3. VII.	1 640	45	13,0	19	12	
4. VII.	9 920	41	14,4	18	12	
5. VII.	20 600	52	16,2	19	14	
6. VII.	10 640	64	13,3	19	13	
7. VII.	4 960	58	10,3	18	9	
8. VII.	2 160	49	14,2	24	9	
9. VII.	1 360	40	18,4	26	14	
10. VII.	980	34	18,9	27	17	
11. VII.	1 660	33	21,0	28	18	
12. VII.	1 460	37	14,8	24	13	
13. VII.	1 560	40	15,2	24	14	
14. VII.	1 260	39	16,4	22	15	
15. VII.		36	16,0	24	14	
16. VII.	3 580	31	16,6	26	15	
17. VII.	1 100	24	18,6	27	17	
18. VII.	2 160	21	18,6	25	17	
19. VII.	2 680	30	17,1	23	17	
20. VII.	1 820	23	18,5	27	17	
21. VII.		24	15,6	26	15	
22. VII.	1 100	35	20,1	28	16	
23. VII.	2 320	34	19,2	28	19	
24. VII.	2 040	32	16,7	23	16	
25. VII.	9 040	32	14,4	19	14	
26. VII.	12 080	36	14,1	19	14	
27. VII.	2 020	32	16,4	25	14	
28. VII.	920	32	19,2	27	17	
29. VII.	2 080	32	21,0	30	18	
30. VII.	1 680	31	20,2	32	19	

Welche Schlüsse lassen sich aus diesen, in Tabellen zusammengestellten Untersuchungen ziehen?

Erstens ist zu sehen, dass die Keimmenge auf demselben Orte der Moldau sehr differirende Zahlen aufweisen kann.

So bemerkte man beispielsweise, dass das Moldauwasser bei Podol oder bei dem Schitkauer Wehr in einzelnen Zeitabschnitten blos 1000—2000 Keime in 1 ccm enthielt, wogegen zeitweilig die Anzahl der Keime an denselben Orten in 1 ccm bis zur Höhe von 100000 im ccm aufstieg.

Mit Rücksicht auf diesen Umstand wäre es leicht denkbar, dass die Moldau bei Podol oder bei dem Schitkauer Wehr bei einer schablonenmässigen Beurtheilung auf Grund der am 8. Dezember 1895 durchgeführten bacteriologischen Untersuchung für einen ausserordentlich verunreinigten Fluss erklärt werden müsste.

Und wo würde man wohl den Ursprung dieser grossen bereits bei Podol, also vor dem Eintritte der Moldau in Prag nachgewiesenen Verunreinigung suchen?

Ich glaube kaum fehlzugehen, wenn ich behaupte, dass die Schuld hauptsächlich den an der Moldau und den in dieselbe einmündenden Zuflüssen liegenden industriellen Unternehmungen zugeschrieben werden würde, da jene Unternehmungen an organischen Stoffen reiche, fermentativen Zersetzungsprocessen leicht unterliegende Abwässer liefern. Ein, vielleicht geringerer Theil der Schuld würde den unreinen Zuflüssen der an der Moldau gelegenen Städte beigemessen werden.

Jemand Anderer, der das Moldauwasser bei Podol oder bei dem Schitkauer Wehr z. B. anfangs Januar oder auch Ende Mai (siehe die vorangehenden Tabellen) untersucht hätte, würde wieder erklären, dass sich die Moldau jener organischen, den Zersetzungen unterliegenden, mit Mikrobenwucherung verbundenen Stoffe, welche durch unreine Zuflüsse, sei es aus Fabriken oder aus Städten, auf dem Wege nach Prag in sie gelangen, durch ihre selbstreinigende Eigenschaft in solchem Maasse entledigt, dass man sie trotz der vielen unreinen Zuflüsse für einen bei Podol verhältnissmässig reinen Fluss halten könnte.

Es ist klar, dass es, wenn man im gegebenen Falle zu einem bestimmten Urtheile gelangen soll, unumgänglich nothwendig ist, zu wissen 1., ob das Schwanken der Keimmenge an derselben Stelle des Flusses irgendwie gesetzmässig ist, 2. ob in dem Falle,

dass hierbei eine Regel oder ein Gesetz waltet, jene Factoren zu finden sind, deren Zusammenwirken jenes Gesetz zur Resultante hat.

Sehen wir die vorangehenden Tabellen aufmerksam durch, so bemerken wir, dass die Schwankung der Keimmenge auf derselben Stelle des Flusses thatsächlich an eine gewisse Regelmässigkeit gebunden ist.

Diese Regelmässigkeit kennzeichnet sich am Besten in den Tabellen, welche das bei dem Schitkauer Wehr und bei Podol geschöpfte Wasser betreffen.

Auf der Tabelle II, in welcher die Analysen des bei dem Neumühler-Wehr geschöpften Wassers zusammengestellt sind, kommt diese Regelmässigkeit nicht mehr so deutlich zum Ausdrucke; nichtsdestoweniger ist sie in einzelnen Zeitabschnitten auch ganz gut ausgesprochen.

Diese Regelmässigkeit besteht darin, dass man bei Beobachtung der Keimzahl von Tag zu Tag regelmässig keine grossen Sprünge bemerkt, sondern im Gegentheile findet, dass sich die Keimmenge entweder stufenweise erhöht oder stufenweise vermindert, so dass man bei Construction einer Curve, auf welcher die Tage in der Abscisse und die Keimzahl in der Ordinate zu verzeichnen wären, eine Curve erhalten würde, auf welcher Maxima mit Minimis abwechseln würden.

Fälle, in welchen die Keimzahl ohne Erhöhung des Wasserspiegels auf einmal zu ungewohnter Höhe, wie z. B. am 20. Mai oder am 6. Juni (siehe Tabelle I und II) aufsteigt, sind selten. Die Ursachen dieser Erscheinung werden später besprochen werden.

Vergleicht man die Maxima und Minima der Keimmenge mit den Schwankungen des Flusswassers oder mit den Temperaturschwankungen, so bemerkt man, dass bei Anwachsen des Flusswassers die Keimzahl wächst und dass sie auf einem Orte, auf welchem sie früher gering war, leicht die Höhe von 50000 bis 100000 Keimen erreicht, während im Gegentheile das Sinken des Wasserspiegels regelmässig von einer Abnahme der Keimmenge begleitet wird.

Die Tagestemperatur zeigt, wie man sich leicht durch einen Blick in die Tabellen überzeugen kann, keinen klaren Zusammenhang mit diesen periodischen Aenderungen der Keimzahl.

Damit soll durchaus nicht behauptet werden, dass die Temperatur überhaupt keinen Einfluss auf die Anzahl der Keime im Flusse ausübt, sondern etwa nur soviel, dass bei diesen periodischen Schwankungen der Temperatureinfluss anderen mit dem höheren oder tieferen Wasserstande im Flusse zusammenhängenden Einflüssen gegenüber in den Hintergrund tritt.

Es handelt sich nunmehr darum, wie dieser regelmässig mit dem Anschwellen und Sinken des Flusswassers sich einstellender Parallelismus zu erklären sei.

Es kann nachgewiesen werden, dass diese Erscheinung theils mit Aenderungen der Stromgeschwindigkeit, theils mit dem Hinzutreten gewisser neuer unreiner, an Mikroorganismen reicher Zuflüsse zusammenhängt.

Was die Aenderungen der Stromgeschwindigkeit betrifft, so ist bekannt, dass dieselbe desto grösser ist, je höher das Wasser im Flusse anschwillt, so dass sie bei grosser Wasserfülle eine solche Höhe erreichen kann, dass der Flussstrom sämmtliche sich ihm in den Weg stellende Hindernisse mit sich zu reissen im Stande ist.

Von der Stromgeschwindigkeit hängt jedoch die Sedimentirung der im Wasser suspendirten organischen, an Mikroorganismen reichen Stoffe, somit auch die Sedimentation der Mikroben ab.

Denn die Sedimentation der Mikroorganismen hängt hauptsächlich von der Sedimentation der suspendirten corpusculären Stoffe ab; darauf habe ich auf einer anderen Stelle hingewiesen.[1])

Mit Hinsicht darauf erscheint es vollkommen begründet, anzunehmen, dass die Sedimentation der Mikroorganismen bei Hochständen, somit bei grösseren Stromgeschwindigkeiten erschwert ist.

1) Dr. G. Kabrhel, Experimentelle Studien über die Sandfiltration. Archiv f. Hygiene, Bd. XXII, S. 331.

Diese Conclusionen sind, obwohl auf einem anderen Wege gewonnen, mit den die Ursachen des Schwundes der Keime in den Flüssen betreffenden Schlussfolgerungen von Prausnitz[1]) in bestem Einklange.

Ausser den wechselnden Bedingungen, welche die Sedimentation mehr oder minder begünstigen, ist der Einfluss der Geschwindigkeit auf das Verschwinden der Keime auch darin zu suchen, dass bei kleineren Geschwindigkeiten die Zeit, in welcher das Wasser von einer Stelle auf eine zweite, entferntere gelangt, verschieden ist und zwar bei schnellerer Strömung kleiner, bei langsamerer grösser.

Infolge dessen kommt bei kleinen Geschwindigkeiten, bei welchen die Wassersäule niedriger und gleichzeitig in Folge der leichter zu Stande kommenden Sedimentation für das Licht durchlässiger wird, der schädliche Einfluss des Lichtes, dessen Bedeutung für das Absterben der Mikroben im Oberflächenwasser von Buchner[2]) experimentell nachgewiesen wurde, innerhalb einer bestimmten Bahn zur grösseren Geltung, als bei grossen Geschwindigkeiten.

Weiterhin ist der Einfluss der veränderten Geschwindigkeit auf die Keimmenge in dem nachstehenden Umstande zu suchen. Gelangen nämlich in den Fluss Abwässer, die reich an organischen, auf einer hohen Stufe der Zersetzung befindlichen Stoffen sind, so finden die jenen fermentativen Processen eigenen Mikroben in dem Flusse, in welchem jene Abwässer durch reineres Wasser verdünnt werden, einestheils weniger günstige Existenzbedingungen, anderntheils müssen sie einen Kampf mit den im Flusswasser lebenden und auf ihre Existenzbedingungen accomodirten Bacterien eingehen.

Es ist klar, dass unter sonst gleichen Umständen die Einwirkung der soeben erwähnten ungünstigen Einflüsse bei ver-

1) Prausnitz, Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar, mit besonderer Berücksichtigung der Frage der Selbstreinigung der Flüsse. München 1890.

2) Buchner, Ueber den Einfluss des Lichtes auf Bacterien und über die Selbstreinigung der Flüsse. Archiv f. Hygiene, Bd. XVII, S. 179.

minderter Geschwindigkeit protrahirt wird, was für das Verschwinden der Keime ein günstiges Moment abgibt.

Endlich ist der Einfluss der veränderten Geschwindigkeit wohl auch darin zu suchen, dass viele an organischen Stoffen, die sich im Zustande fermentativer Zersetzungen befinden reiche und daher von Mikroorganismen durchsetzte Aufschwemmungen, welche bei niedrigen Wasserständen durch Sedimentation entstanden sind, bei Hochständen ausgeschwemmt und davongetragen werden, wodurch, um den Ausdruck zu gebrauchen, eine neue Quelle der Keimvermehrung geschaffen wird.

Als Beleg für diese Ansicht führe ich einige den Bach Botič betreffende Analysen an:

Am 21. VI.	enthielt	1	ccm	des	Botičwassers	1000000	Keime
» 22. VI.	»	»	»	»	»	225000	»
» 23. VI.	»	»	»	»	»	340000	»
» 24. VI.	»	»	»	»	»	256000	»

Am 21. VI. war der Bach angeschwollen. Die Anschwellung hatte ihren Gipfel jedoch bereits den Tag vorher erreicht. Als ich dies erfahren habe, liess ich Tags darauf, d. h. am 21. VI. eine Wasserprobe nehmen.

Wenn also der Botičbach bei höherem Wasserstande in 1 ccm Wasser eine Million Keime enthalten kann, wie dies am 21. VI. bewiesen wurde, — Tags zuvor hätte man wohl eine noch grössere Anzahl nachweisen können —, so dass er sich in bacterieller Hinsicht den Abwässern der Schwemmsysteme nähert, so ist der Grund dieser Erscheinung augenscheinlich im Durchschwemmen und in der Reinigung des Flussbettes von anorganischen Stoffen und Mikroorganismen reichen Sedimenten, welche sich bei niedrigerem Wasserstande am Boden derselben angesetzt haben, zu suchen.

Man muss also in der zeitweisen Erhöhung des Wasserstandes besonders an solchen Stellen der fliessenden Wässer, an welchen die Strömung träge ist und die suspendirten Stoffe dabei leicht sedimentiren, ein wichtiges Hilfsmittel der Selbstreinigung des Flusses erblicken.

Ausser der veränderten Geschwindigkeit wirkt jedoch in der Zeit des Steigens noch ein Factor auf die Vermehrung der Keime mit.

Zur Kenntnis derselben gelangt man, wenn man sich einiger, mit jedem anhebenden und fortschreitenden Steigen des Wassers verbundenen Umstände erinnert.

Die Wasserniederschläge, welche das Anschwellen des Flusswassers bedingen, gelangen nämlich in die Flüsse einestheils von der Oberfläche auf gewissen Wegen des geneigten Terrains, anderen Theils unterirdisch, indem sie in den Boden einsickern und als Grundwasser, also bacteriell regelmässig rein, sich dem Flusswasser beimischen.

Jene Zuflüsse jedoch, die sich von der Oberfläche direct in den Fluss ergiessen, kann man, wenn der Fluss ein dicht bewohntes Terrain durchfliesst, mit Recht für stark verunreinigt halten und zwar durch Stoffe, deren Charakter in sanitärer Rücksicht sehr verdächtig ist. Denn jene Zuflüsse spülen die Gassen, Stadtkanäle, Strassen, Gräben, Wirthschaftshöfe und sehr oft auch Düngerhaufen etc. ab.

In welchem Maasse solche Zuflüsse selbst einen Fluss wie die von der Mächtigkeit der Moldau zu verunreinigen vermögen, beweist die bacteriologische Analyse vom 20. V. An diesem Tage erreichte, ohne dass sich das Niveau der Moldau erhöht hätte, die Keimzahl in dem beim Schitkauer Wehre Nachmittag geschöpften Wasser die Höhe von 66800 in 1 ccm gegenüber den 2040 Keimen im ccm des vorigen Tages. (Das am selben Tage Morgens bei Podol geschöpfte Wasser wies noch 1200 Keime im Cubikcentimeter auf.) Wo liegt die Ursache einer so rapiden, grossen Erhöhung der Keimmenge?

Angenscheinlich nirgend anderwärts, als in dem grossen Regen, der an diesem Tage um ½12 Uhr Prag und dessen Umgebung getroffen und bis Nachmittag gewährt hat.

Dieselbe Erscheinung wurde auch am 6. Juni 1896 beobachtet.

Diese Beispiele versinnlichen klar, welch eine Menge Verunreinigungen solche von der Oberfläche abfliessende Nieder-

schläge in die Flüsse hineintragen können, wenn am 20. Mai die Keimzahl bei einer Höhe des Wasserstandes von 51 ccm über dem Normale von 2 Tausend auf 66 Tausend ansteigen konnte.

Es fragt sich nun, wann sich solche oberflächliche Zuflüsse in grösserem Maasse in die Flüsse ergiessen. Jedenfalls in grossen Regenzeiten — d. h. zu Zeiten, zu welchen auch die Bedingungen zum Wasseransteigen im Flusse gegeben sind. Das Anschwellen des Flusswassers erscheint somit zugleich als ein Indicator solcher periodisch zur Geltung kommender unreiner Zuflüsse.

In einzelnen Fällen, in welchen die Niederschläge einen blos localen Charakter tragen und von dem Orte der bacteriologischen Beobachtung nicht zu sehr entfernt sind, so dass die selbstreinigenden Eigenschaften des Flusses nicht genug Zeit finden, um die solchermaassen entstehende Verunreinigung zu paralysiren, kann sich jener Indicator selbst bei einer bedeutenden Keimvermehrung inactiv verhalten.

Aus dem Angeführten ist zu ersehen, dass man an Flüssen, welche dicht bevölkerte Regionen durchziehen, zwei Hauptgattungen von Zuflüssen unterscheiden muss;

1. Solche, die sich stetig Tag aus Tag ein in einem im Grossen und Ganzen durchschnittlich gleichen Maasse in die Flüsse ergiessen. Die Zuflüsse dieser Art könnte man am zweckmässigsten normale, verunreinigende Zuflüsse nennen. Hierher sind die Abwässer der industriellen Unternehmungen, die Canalwässer der an dem betreffenden Flusse gelegenen Gemeinden zu rechnen.

2. Solche, die zeitweise durch Wasserniederschläge bedingt, Strassen, Gräben, Höfe von Bauerngütern und Keuschen, Dorfplätze und sehr oft auch Düngergruben mit Aborten etc. abspülen. Zuflüsse dieser Art könnte man als temporäre bezeichnen.

In sanitärer Hinsicht sind die letztgenannten Zuflüsse gewiss mehr zu beanstanden als die an organischen Substanzen reichen Abwässer vieler industrieller Unternehmungen und zwar deshalb, weil jene infectiöse Organismen (z. B. aus Fäkalien

oder Auswürfen) enthalten können. Diese Gefahr besteht bei den Abwässern vieler industrieller Unternehmungen nicht.

Wenn man nun jene periodischen Schwankungen der Keimzahl im Lichte der angeführten Erwägungen und Conclusionen näher besieht, so findet man, dass dieselben zwar von vielen verschiedenen Factoren bedingt sind, dass aber diese Factoren die gemeinsame Eigenschaft besitzen, dass dieselben die Vermehrung der Keime bei Anschwellung des Flusswassers günstiger beeinflussen als beim Sinken desselben.

Die Verdünnung, die sich bei verschiedenen Wasserständen gleichfalls ändert und die dem ersten Anscheine nach einen entscheidenden Einfluss auf das Schwanken der Keime ausüben sollte, tritt gegenüber jenen Einflüssen, deren Bedeutung soeben auseinandergesetzt wurde, in den Hintergrund.

Es ist selbstverständlich, dass die quantitative Einwirkung jener das Schwanken der Keimzahl bedingenden Fundamentaleinflüsse, nicht zu allen Zeiten gleich ist. So kann man beispielsweise mit vollem Rechte dafürhalten, dass im Anfange der Anschwellungsperiode, der Einfluss der unreinen Zuflüsse überwiegt.

Zur Bestätigung dessen kann angeführt werden, dass zu Anfang des Ansteigens, auch wenn die Steigung der Normalhöhe ziemlich nahe ist, die Keimmenge sehr hohe Zahlen aufweisen kann. (Siehe z. B. auf Tafel I die Analyse vom 5. und 6. December 1895.)

Zur Zeit des Wasserabfalles kann man voraussetzen, dass wiederum jene Factoren überwiegen, die mit der sich vermindernden Stromgeschwindigkeit im Zusammenhange stehen

Mit Rücksicht auf die vorstehenden Erwägungen erscheint es als selbstverständlich, dass bei der ziffernmässigen Feststellung des Verunreinigungsgrades eines Flusses, die abnormale Wirkung derjenigen Factoren, von denen die Keimmenge abhängt, ausgeschlossen werden muss, ein Umstand, der bis heute keine Bedeutung gefunden hat. Denn man kann z. B. gewiss nicht jene Zuflüsse in Rechnung ziehen, die ich als temporäre bezeichnet habe, weil dieselben eigentlich die, um den

Ausdruck zu gebrauchen, »natürliche« Verunreinigung bedingen, die zwar zur Kenntnis genommen werden muss, gegen die jedoch der Fluss nicht geschützt werden kann.

Es wirft sich nun die Frage auf, unter welchen Umständen vermuthet werden kann, dass der abnormale Einfluss der betreffenden Factoren, von denen die Schwankung der Keimzahl abhängt, soweit ausgeschlossen ist, dass eine bacteriologische Untersuchung bestimmte und richtige Resultate betreffs des Verunreinigungsgrades eines bestimmten Flusses bieten würde. Offenbar ist dies dann möglich, wenn sich der Wasserstand eines in der Periode länger andauernden und deutlich auftretenden Sinkens befindlichen Flusses, zu einer regenlosen Zeit, jenen Grenzen nähert, die in dem betreffenden Flusse am häufigsten constatirt werden, d. h. dem sogenannten Normale, welche für grössere Flüsse stets bestimmt ist. (Am Wassermesser ist dieser Punkt mit 0 bezeichnet.) Für die unter solchen Verhältnissen constatirte Verunreinigung schlage ich die Bezeichnung normale Verunreinigung vor.

Endlich ist es noch nothwendig die Frage zu berühren, welchen Einfluss die Jahreszeit resp. die mittlere Temperatur einer längeren Periode bei normaler Verunreinigung auf die Keimzahl äussert.

Betrachten wir zu diesem Zwecke die vorgehenden drei Tabellen und zwar in Bezug auf jene Zeitabschnitte, in welchen der Stand des Pegels sich dem Nullpunkte nähert, so sehen wir einerseits, dass an solchen Stellen, wo der Fluss wenig verunreinigt ist und in Folge dessen niedrigere Keimzahlen aufweist, die Temperatur keine deutliche Wirkung auf die Bacterienzahl ausübt, andererseits aber, dass an solchen Orten, wo eine bedeutende Verunreinigung wahrzunehmen ist, die Zahl der Keime im hohen Maasse von der Temperatur abhängt.

So sehen wir zum Beispiel beim Schitkover Wehr in den Tagen vom 1.—12. Januar 1896, zu welcher Zeit ziemlich strenge Kälte geherrscht hat, folgende Keimzahlen: 1. I. 1630, 2. I. 875,

3. I. 1250, 4. I. 3775, 6. I. 1735, 7. I. 1160, 8. I. 1025, 9. I. 650, 10. I. 1210, 11. I. 1400, 12. I. 1440.

Vom 20. bis 24. Juli, in welchem Zeitraume die Temperatur ziemlich hoch war und am 27., 28., 29. Juli, an denen eine sehr bedeutende Hitze herrschte, sind an demselben Orte folgende Keimzahlen gefunden worden: 20. VII. 1120, 22. VII. 1760, 23. VII. 1620, 24. VII. 1240, 27. VII. 2020, 28. VII. 1220, 29. VII. 3920.

Betrachten wir die Bacterienzahl des Moldauwassers beim Neumühlerwehre in den ersten Januartagen, so sehen wir, dass dieselbe 10000 nicht erreicht, wogegen sie am 28. VII., 29. VII. und 30. VII. (an diesem Tage herrschte fast eine tropische Hitze) 32720, 28240, 96900 pro 1 ccm betrug.

Bei Podol wurden während dieser 3 Tage in 1 ccm 920, 2080, 1680 Keime gefunden.

Des Weiteren ist es wichtig, noch folgendes hervorzuheben:

Bei Wasserhochstand und besonders auch bei dem Normale nahen, jedoch in die Periode der Wasseranschwellung oder auch in die Zeit localer Niederschläge ohne Wasseraufstieg fallenden Tiefständen ausgeführte bacteriologische Untersuchungen haben für die Beurtheilung der normalen Verunreinigung[1], hauptsächlich wenn es sich um Flüsse handelt, welche ein dicht bevölkertes Terrain durchfliessen, nicht nur keinen Werth, sondern dieselben können sogar zu gänzlich verfehlten Schlüssen verleiten. Belehrend sind in dieser Hinsicht z. B. die Analysen auf Tabelle I vom 5. XII. und 6. XII., wo in dem beim Schitkauer Wehr geschöpften Moldauwasser, bei dem Normale nahen Tiefständen (d. h. bei 16,30 ccm), freilich aber am Anfange einer Anschwellung an einem Tage 12000, am anderen 16000 Keime nachgewiesen wurden.

Der durch Nichtbeachtung dieser Regeln entstehende Fehler könnte besonders dann sehr gross ausfallen, wenn es sich um Stellen handeln würde, an welchen der Fluss durch seine selbst-

1) Es ist allerdings vorauszusetzen, dass dies für Gebirgsbäche oder Gebirgsflüsse, die durch unbewohntes und dicht bepflanztes Terrain fliessen, nicht Geltung haben wird.

reinigenden Eigenschaften von den normalen unreinen Zuflüssen in grossem Maasse gereinigt erscheint. Als Beispiel kann die Moldau bei Podol dienen.

Will man auf der Grundlage der oben entwickelten Anschauungen den Grad der normalen Wasserverunreinigung an den Stellen, an welchen die Moldau Prag betritt, abschätzen, so ist zu berücksichtigen, dass die Periode, in welcher die Einwirkung der eine periodische Keimvermehrung herbeiführenden Einflüsse ausgeschlossen ist, in die Zeit von Ende December angefangen bis Mitte Januar, dann Ende Januar und Anfang Februar, Ende Februar und endlich Mitte und Ende Juli fällt.[1])

In diesen Perioden sieht man die Keimmenge beim Schitkauer Wehr zu sehr niedrigen Werthen (über und unter 2000 im Cubikcentimeter) herabsinken. Bei Podol sind Ende Mai und Ende Juli etwas über 1000 Keime in 1 ccm vorhanden. Diese Zahlen sind sicherlich sehr niedrig und bezeugen, dass die normalen unreinen Zuflüsse, deren die Moldau am Wege nach Prag freilich genug besitzt, durch die selbstreinigenden Eigenschaften der Moldau paralysirt werden.

Wenn es sich bei einem Flusse um Stellen handeln würde, die sehr verunreinigt sind, wie es z. B. die Moldau bei dem Neumühler-Wehr ist, so müsste — wie dies die Tabelle II beweist — die Nichtbeachtung der oben statuirten Regeln nicht zu so groben Fehlern bei der Beurtheilung der Verunreinigung führen.

Der Grund dieser Erscheinung beruht darin, dass die Keimzahl bereits in normalen Verhältnissen in weiten Grenzen schwanken kann. Dies hängt offenbar damit zusammen, dass die Ausgiebigkeit der unreinen Zuflüsse aus naheliegenden Gründen bedeutenden Aenderungen unterliegt. In Betracht dessen führt erst eine sehr intensive Erhöhung des Wasserspiegels an den betreffenden Stellen eine kenntliche Erhöhung der Keimzahl herbei.

1) Da das Jahr 1896 an Niederschlägen sehr reich war, hielt sich das Niveau der Moldau sehr hoch über dem Normale und schwankte fortwährend, indem es bald anstieg, bald abfiel.

Endlich müssen wir noch die Frage berühren, ob auch bei sehr verunreinigten Flüssen bei einem Wasserstand, der sich dem Normale nähert oder unter dieselbe sinkt in der Zeit des andauernden Sinkens des Wasserspiegels auch immer eine Abnahme der Keimmenge in Erscheinung tritt. Ich glaube, dass auch das Gegentheil davon eintreten könnte und zwar aus dem Grunde, weil infolge der Anwesenheit einer grossen Menge organischer der Zersetzung unterliegender Stoffe die Bacterienvermehrung (namentlich bei hohen Temperaturgraden) Uebergewicht über die zu einer Verminderung der Keime führenden Einflüsse, erhalten könnte.

Jedoch behalten die oben abgeleiteten Regeln, welche die Bestimmung der normalen Verunreinigung betreffen, auch in diesem Falle Geltung, obwohl hier dieser neue Factor überwiegen kann.

Nunmehr übergehen wir noch zu einer wichtigen Erscheinung, die auf Grund der in den vorangehenden Tabellen angeführten Analysen konstatirt werden kann.

Diese Erscheinung, welche das Verhältnis der Verunreinigung, in welchem einzelne Fluss-Stellen zu einander stehen betrifft, wird sich am ehesten offenbaren, wenn wir die an verschiedenen Stellen ausgeführten Tagesanalysen des Moldauwassers nebeneinander stellen, wie dies die Tabelle IV zeigt.

Tabelle IV.

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
		November 1895.			
10. XI.	5 400	7 080	14 300		
27. XI.	1 736	4 500	12 100	10	
		December 1895.			
8. XII.	106 600	110 000	120 000	95	
22. XII	4 545	5 620	14 000	36	
24. XII	2 760	4 280	12 000	34	
28. XII		2 285	7 700	18	
31. XII.		1 810	8 600	4	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
		Januar 1896.			
3. I.		1 250	6 700	26	
6. I.		1 735	7 200	29	
9. I.		650	5 200	22	
13. I.		5 560	15 000	5	
15. I.		4 570	17 300	15	
17. I.		1 420	14 500	21	
19. I.		2 250	10 200	29	
21. I.		15 500	16 800	54	
23. I.		28 000	36 000	45	
25. I.		10 000	18 000	38	
27. I.		3 300	15 600	29	
29. I.		1 575	12 500	18	
31. I.		1 130	18 000	18	
		Februar 1896.			
1. II.		1 970	19 000	22	
2. II.		4 110	15 100	28	
3. II.		4 380	17 600	23	
4. II.		1 010	11 400	22	
6. II.		1 360	21 200	21	
8. II.		3 900	19 200	26	
12. II.		32 000	36 600	38	
16. II.		38 000	47 600	38	
17. II.		20 000	44 000	21	
18. II.		17 000	36 000	19	
19. II.		9 000	21 500	19	
20. II.		4 500	14 700	15	
21. II.		5 080	14 400	15	
22. II.		3 650	19 000	20	
23. II.		2 550	8 800	21	
24. II.		2 030	22 600		
25. II.		1 770	11 200		
26. II.		1 250	19 200	7	
27. II.		700	16 200		
28. II.		790	20 000	7	
29. II.		1 810	21 900	16	
		März 1896.			
1. III.		1 185	8 800	17	
2. III.		1 740	22 500	6	
3. III.		11 000	14 900	21	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
4. III.		26 000	31 750	42	
5. III.		40 000	44 000	50	
6. III.		44 000	51 000	60	
8. III.		35 000	44 000	87	
9. III.		39 000	80 000	79	
10. III.		95 000	84 000	145	
11. III.		55 000	59 000	110	
12. III.		30 000	50 400	82	
15. III.		16 000	22 000	72	
16. III.		10 500	18 500	64	
17. III.		24 000	28 000	80	
18. III.		19 000	21 000	82	
20. III.		20 000	23 000	94	
21. III.		15 000	19 000	92	
22. III.		16 000	12 800	96	
24. III.		6 500	12 000	79	
25. III.		5 100	9 500	79	
26. III.		3 070	5 820	70	
27. III.		2 990	9 700	65	
28. III.		2 700	7 800	65	
29. III.		4 710	6 800	67	
30. III.		2 095	10 000	58	
31. III.		8 290	14 700	54	
		April 1896.			
1. IV.		6 490	21 900	52	
2. IV.		8 620	18 500	55	
3. IV.		9 580	18 100	55	
4. IV.		8 920	14 800	57	
7. IV.		4 220	12 600	63	
8. IV.		1 720	12 900	52	
9. IV.		2 760	8 400	55	
10. IV.			17 000	64	
11. IV.		7 480	21 300	66	
12. IV.		5 960	10 100	64	
13. IV.		4 080	15 600	63	
14. IV.		4 880	9 500	64	
15. IV.		2 400	9 500	62	
16. IV.		1 840	6 600	58	
17. IV.		1 800	11 500	53	
18. IV.		1 730	8 500	53	
19. IV.		1 410	4 200	49	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
20. IV.		6 040	20 400	47	
21. IV.		2 260	6 900	46	
22. IV.		1 600	5 200	47	
23. IV.		1 120	5 900	47	
24. IV.		2 740	8 000	44	
25. IV.		2 960	14 100	44	
26. IV.		2 340	6 220	47	
27. IV.		1 960	14 800	41	
28. IV.		1 820	11 400	37	
29. IV.		1 240	9 540	40	
30. IV.		1 350	10 340	41	
Mai 1896.					
1. V.		9 600	24 000	46	
2. V.		50 000	60 000	87	
3. V.		35 000	55 000	104	
4. V.		96 000	76 000	194	
5. V.		40 000	33 000	245	
6. V.		28 000	25 800	195	
7. V.		26 000	33 800	173	
8. V.	15 900	17 000	20 300	172	
9. V.	9 700	18 000	19 400	135	
10. V.	9 300	12 000	14 200	125	
11. V.	6 500	5 440	8 400	88	
12. V.	4 300	7 960	11 900	93	
13. V.	4 400	5 320	8 500	81	
14. V.	4 200	7 740	11 400	77	
15. V.	3 480	4 300	10 500	69	
16. V.	2 260		9 700	68	
17. V.		3 780	6 200	68	
18. V.	2 120	2 960	7 600	59	
19. V.		2 040	11 400	54	
20. V.	1 200	66 800	69 000	51	Das Wasser bei Podol Früh, bei dem Schitkauer und Neumühler Wehre Nachm. geschöpft.
21. V.	2 840	5 520	11 400	52	
22. V.	1 940	2 140	13 900	51	
23. V.	3 760	4 260	8 500	55	
24. V.	5 460	9 560	10 100	65	
25. V.		77 000	81 600	100	
26. V.	1 410	13 000	17 900	82	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
27. V.		4 300	8 180	75	
28. V.	1 480	2 430	7 700	66	
29. V.	1 310	2 920	7 500	60	
30. V.		1 730	7 500	60	
31. V.	7 160	7 500	10 300	73	
Juni 1896.					
1. VI.		4 120	8 000	63	
2. VI.	3 120	4 320	7 000	54	
3. VI.	1 340	4 040	6 040	51	
4. VI.	950	2 280	4 200	48	
5. VI.	1 120	960	8 800	44	
6. VI.	8 860	171 600	212 800	46	
7. VI.	32 880	36 300	48 780	57	
8. VI.	7 860	7 100	17 760	52	
9. VI.	3 280	3 200	10 480	49	
10. VI.	2 460	3 000	9 900	44	
11. VI.	1 680	5 260	11 520	42	
12. VI.	2 720	3 140	13 100	40	
13. VI.	940	1 180	11 500	42	
14. VI.	1 740	7 440	16 280	43	
15. VI.	1 840	2 160	8 280	42	
16. VI.	1 740	2 640	14 200	39	
17. VI.	980	1 800	13 000	34	
18. VI.	1 800	9 840	15 580	32	
19. VI.	1 800	2 740	17 800	33	
20. VI.	1 760	3 960	19 000	29	
21. VI.	8 020	17 760		41	
22. VI.	4 360	5 180	12 020	56	
23. VI.	4 220	6 220	8 960	56	
24. VI.	2 200	2 760	7 820	51	
25. VI.	4 320	14 400	12 040	44	
26. VI.	28 800	103 200	86 400	57	
27. VI.	34 800	35 600	35 600	86	
28. VI.	15 700	22 800	33 600	81	
30. VI.	3 120	3 760	11 100	55	
Juli 1896.					
1. VII.	2 340	3 260	11 800	50	
2. VII.	2 680	6 860		48	
3. VII.	1 640	7 000		45	
4. VII.	9 920		61 260	41	
5. VII.	20 600	28 340	31 740	52	

Datum	Die Keimmenge in 1 ccm des bei Podol geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Schitkauer Wehre geschöpften Moldauwassers	Die Keimmenge in 1 ccm des bei d. Neumühler Wehre geschöpften Moldauwassers	Der Wasserstand d. Moldau nach d. Wassermesser bei dem Schitkauer Wehre	Bemerkung
6. VII.	10 640	12 600	27 040	64	
7. VII.	4 960	10 200	13 400	58	
8. VII.	2 160	2 560	10 640	49	
9. VII.	1 360	1 460	10 640	40	
10. VII	980	1 440		34	
11. VII	1 660	1 240	10 220	33	
12. VII	1 460	12 140	10 160	37	
13. VII	1 560	6 960	15 260	40	
14. VII	1 260	1 340	12 080	39	
15. VII				36	
16. VII	3 580	6 240	18 280	31	
17. VII	1 100	940	21 540	24	
18. VII.	2 160	1 760	28 400	21	
19. VII	2 680	7 870	21 540	30	
20. VII	1 820	1 120		23	
21. VII				24	
22. VII.	1 100	1 760	11 360	35	
23. VII.	2 320	1 620	19 520	34	
24. VII	2 040	1 240	37 840	32	
25. VII.	9 040	10 320		32	
26. VII	12 080	19 280	20 720	36	
27. VII	2 020	2 020	26 640	32	
28. VII	920	1 220	32 720	32	
29. VII.	2 080	3 920	28 240	32	
30. VII.	1 680		96 900	31	

Das Verhältnis der Verunreinigung erhalten wir, wenn wir die Keimmenge der mehr verunreinigten Stelle durch die Keimzahl der weniger verunreinigten dividiren.

So z. B. beträgt am 31. XII. das Verhältnis der Wasserverunreinigung beim Neumühler Wehr zur Verunreinigung des Flusses beim Schitkauer Wehr

$$\frac{8600}{1810} = 4,7.$$

Diese Zahl könnte als Quotient der Verunreinigung bezeichnet werden.

Offenbar wird dieser Quotient desto grösser ausfallen, je verunreinigter eine Stelle der anderen gegenüber ist, sie nähert sich jedoch 1, wenn der Unterschied in der Verunreinigung nicht gross sein wird.

Stellt man diesen Quotient zu Zeiten fest, wo der Wasseraufstieg im Flusse auf einem Maximum steht, wie z. B. am 8. XII., so sieht man, dass dasselbe an einzelnen Stellen ist

$$\frac{110000}{106000} \text{ und } \frac{120000}{110000},$$

oder am 21. I.

$$\frac{16800}{15500},$$

oder am 23. I.

$$\frac{36000}{28000},$$

oder am 12. II.

$$\frac{36600}{32000} \text{ u. s. w.}$$

In diesen Fällen nähert sich der Quotient der Verunreinigung der Zahl 1, d. h. es ist zwischen der Verunreinigung einer Stelle gegenüber einer anderen kein grosser Unterschied zu sehen.

Oder es kann vorkommen, wie z. B. am 4. V, dass zur Zeit der Maximalanschwellung bei dem Schitkauer Wehre mehr Keime nachgewiesen werden als bei dem Neumühler Wehr. Der Grund liegt offenbar darin, dass während solcher Hochstände die Keimmenge in gewissen, freilich sehr hohen Grenzen schwankt.

Aus dem Angeführten geht hervor, dass die Unterschiede in der Verunreinigung einzelner Stellen des Flusses, welche bei der gegenseitigen Vergleichung der normalen Verunreinigung dieser Stellen scharf hervortreten, *zur Zeit der maximalen Wasserstände mehr oder weniger verwischt werden können*, so dass unter solchen Umständen der *charakteristische Einfluss der verunreinigenden Zuflüsse oder der selbstreinigenden Eigenschaft des Flusses verdeckt bleibt*.

Schliesslich bleibt noch das Verhältnis der discutirten, bacteriologischen Befunde zur chemischen Analyse zu erwähnen.

Im Hinblicke darauf, dass zahlreichen Erfahrungen zufolge, die bacteriologische Methode bei der Bestimmung von organischen, leicht fermentirenden Verunreinigungen mit den chemischen Befunden vollkommen congruirende Resultate liefert, kann man mit grosser Wahrscheinlichkeit dafür halten, dass die im Vorangehenden in bacteriologischer Hinsicht abgeleiteten Schlüsse auch nach der chemischen Richtung hin, Geltung haben.

Wenn wir die Ergebnisse der vorliegenden Studien zusammenfassen, so ergeben sich nachfolgende Sätze:

1. Die Keimzahl kann auf einem und demselben Orte des Flusses hochgradig variiren und zwar im Allgemeinen derart, dass sie beim Anwachsen des Flusswassers grösser wird, während sie beim Abfallen desselben sich vermindert

2. Die Ursachen dieser Erscheinung beruhen

   a) auf Veränderungen der Stromgeschwindigkeit (veränderte Bedingungen für Sedimentation, für Lichteinfluss u. a.).

   b) auf Zutritt von temporären verunreinigten Zuflüssen infolge von Niederschlägen, welche Gassen, Kanäle, Wirthschaftshöfe, Düngerhaufen abspülen. Diese temporären Zuflüsse können, was man bisher ausser Acht gelassen hat, unter Umständen einen Fluss hochgradig und mehr verunreinigen als die regelmässigen unreinen Zuflüsse.

3. Im Hinblicke auf den letzterwähnten Umstand sind in Bezug auf die Verunreinigungen eines Flusses zu unterscheiden:

   a) normale verunreinigende Zuflüsse (Abwässer der Fabriken, Kanäle),

   b) temporäre unreine Zuflüsse (durch Niederschläge bedingt).

4. Bei Beurtheilung der Verunreinigung eines Flusses muss der Einfluss der abnormal wirkenden Factoren ausgeschlossen werden. Dies ist der Fall, wenn in einem regenfreien Zeitabschnitte der sinkende Fluss sich in Bezug auf seinen Wasserstand dem sogenannten Normal nähert. Die

zu dieser Zeit constatirte Verunreinigung heisse: normale Verunreinigung.

5. Die durch bacteriologische Analysen während Hochständen oder auch bei Tiefstand aber zur Zeit des beginnenden Anstieges oder zur Zeit localer Niederschläge ohne Aufstieg gewonnenen Resultate sind für die Beurtheilung der normalen Verunreinigung werthlos, ja sie können zu groben Fehlern führen.

6. Die Temperatur übt an solchen Stellen des Flusses, an welchen die Keimzahl niedrig ist, keinen deutlichen Einfluss auf dieselbe aus. An denjenigen Stellen des Flusses hingegen, an welchem eine bedeutende Verunreinigung mit organischen Stoffen wahrzunehmen ist, ist die Zahl der Keime in hohem Maasse von der Temperatur abhängig.

7. Bei Anschwellung eines Flusses können die Unterschiede der Verunreinigung einzelner Orte, welche bei dem Vergleiche der normalen Verunreinigung scharf hervortreten, mehr oder weniger verschwinden, so, dass auch der Einfluss der verunreinigenden Zuflüsse, resp. der Einfluss der Selbstreinigung eines Flusses mehr oder weniger verdeckt wird.

Ueber den Einfluss der Verunreinigung, Temperatur und Durchlüftung des Bodens auf die Härte des durch denselben durchsickernden Wassers.

Von

Dr. **Gustav von Rigler,**
Privatdocent und Assistent am hygienischen Institute der kgl. ung. Universität Budapest.

Die Härte des aus dem Boden geschöpften Wassers —, des Grundwassers — pflegt man als werthvollen Index der Verunreinigung des Wassers beziehungsweise des Bodens zu betrachten.

Auf Grundlage der Untersuchungen von Fleck[1]), Fodor[2]), Falk[3]), Soyka[4]) und anderer Forscher wissen wir, dass die Quantität der festen Bestandtheile (die Härte) des Wassers nicht nur von den geologischen, resp. den petrographischen Verhältnissen des Bodens, — welche Reichardt[5]) und Andere zum Gegenstande eingehender Untersuchungen machten, sondern auch von im Boden sich anhäufenden organischen Stoffen, namentlich aber deren Zersetzungsprocessen abhängt. —

Ich war bestrebt, nach Daten zu forschen, welche das Verhältnis zwischen der Verunreinigung, namentlich aber auch der

1) Fleck, III., IV., V. Jahresbericht d. chem. Centralstelle in Dresden.

2) Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. 1882. II. Theil. Seite 35—49.

3) Falk, V. f. ger. Med. 1877, 1878—1891

4) Soyka, Untersuch. z. Kanal. München (1885) und Archiv f. Hyg., II. Bd., ferner: Der Boden.

5) Reichardt: Rubner, Lehrbuch der Hygiene. Seite 279.

Durchlüftung und Temperatur des Bodens — und zwischen der Härte, bezw. des Kalk- und Magnesiagehaltes des Wassers beleuchten könnten.

Zu diesem Zwecke unterwarf ich reingewaschene Bodenproben einer künstlichen Verunreinigung und brachte dieselben in Verhältnisse, welche die Zersetzung des verunreinigenden Materials mehr oder minder günstig beeinflussten, dann liess ich Wasser durch solche Bodenproben durchsickern, und untersuchte dessen chemische Veränderungen, namentlich dessen Kalk- und Magnesiagehalt.

I. Einfluss der Verunreinigung des Bodens auf die Härte des durch denselben durchsickernden Wassers.

Ich habe meine diesbezüglichen Versuche, ähnlich wie Fodor[1]), mit weiteren und engeren, mit längeren oder kürzeren Glasröhren, — welche mit Sand von mittelmässigem Kalkgehalte (95 g in Salzsäure lösliches CaO in 1000 g Sand) gefüllt waren — angestellt. Dieses Versuchsmaterial wurde mehrere Tage vor der Verunreinigung erst mit Leitungswasser, dann mit destillirtem Wasser längere Zeit (10—14 Tage) hindurch gründlich durchgewaschen, indem das Waschwasser auf die in den Glasröhren befindlichen Sandproben, deren Gewicht und Volumen ich früher bestimmte — aufgegossen wurde. Bei dieser Gelegenheit habe ich auch die Wassercapacität des Versuchsmaterials bestimmt, damit ich die tägliche Quantität der später aufzugiessenden verunreinigenden Lösung beurtheilen könne. — Ich erwähne schon hier, dass die aufgegossene Lösung annähernd ein Drittel der Wassercapacität des Versuchsbodens bildete, und dies war bei sämmtlichen meiner Bodenproben constant.

Als Verunreinigungsmaterial benutzte ich Harnlösungen in verschiedener Concentration. Der Kalk- und Magnesiagehalt dieses Materials wurde selbstverständlich vor dem Aufgusse ebenfalls bestimmt, — ebenso wurde sodann die Quantität der oben

1) Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser. 1882. II. Th. S. 49.

erwähnten zwei Bestandtheile des durchgesickerten Wassers festgestellt. — Der Kalk- und Magnesiagehalt des durchgesickerten Wassers wurde in je 10—14 tägigen Intervallen in dem in den letzten 3 Tagen abgetropften Wasser bestimmt und auf 1 l umgerechnet.

Das Resultat ist aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich.

Versuche mit reinem Boden.

Tabelle I.

530 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 23 ccm
Im Aufgusswasser CaO = 0 mg; MgO = 0 mg pro Liter.

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses Tage	Probeentnahme am Tage	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet CaO mg	MgO mg	Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
Dest. Wasser	1—10	8.—10.	110,0	10,08	12,4	Temp. während d. Versuchs durchschnittlich 23° C.
» »	11—23	21.—23.	70,0	7,2	8,0	
» »	24—47	45.—47.	70,0	7,2	8,0	
» »	48—60	58.—60.	90,2	7,2	10,0	

Tabelle II.

1610 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 117 ccm
Im Aufgusswasser CaO = 0 mg; MgO = 0 mg pro Liter.

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses Tage	Probeentnahme am Tage	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet CaO mg	MgO mg	Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
Dest. Wasser	1—9	7.—9.	80,0	11,98	9,6	Temperat. während d. Versuches durchschnittlich 17,5° C.
» »	10—28	26.—28.	63,0	10,08	7,7	
» »	29—51	49.—51	65,0	12,6	8,2	
» »	52—66	64.—66.	80,0	10,8	9,5	
» »	67—105	103.—105.	65,0	14,4	8,5	
» »	106—131	129.—131.	50,0	9,0	6,2	

Aus diesen zwei Versuchsreihen ist zu ersehen, dass destillirtes Wasser aus den reinen Sandproben nach und nach immer weniger Kalk und Magnesia auswusch. —

Versuch mit schwach verunreinigtem Boden.

Tabelle III.

380 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge — 20 ccm. In der aufgegossenen Harnlösung CaO = 10 mg; MgO — 4,3 mg pro Liter.

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses Tage	Probeentnahme am Tage	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet CaO mg	MgO mg	Härte in deutsch Graden	Anmerkung
Dest. Wasser	1—10	8. 10.	80,0	12,96	9,8	Temp. während d. Versuchs durchschnittlich 23° C.
1 proc. Harnlösg.	11—23	21.—23.	180,0	43,2	24,0	
" "	24—47	45.—47	180,0	36,0	23,0	
" "	48—60	58.—60	380,0	72,0	48,0	

Aus dieser Versuchsreihe ersehen wir, dass aus der mit einer 1 proc. Harnlösung, — also aus der schwach verunreinigten — Bodenprobe mehr Kalk und Magnesia ausgewaschen wurde, als aus der reinen Bodenprobe. — Der Kalk- und Magnesiagehalt des durchgesickerten Wassers vermehrt sich nach und nach. —

Versuch mit stark verunreinigtem Boden.

Tabelle IV.

375 g Sand { Täglich aufgegossene, resp abgetropfte Wassermenge — 19 ccm. Der Liter der aufgegossenen 10 proc. Harnlösung enthält CaO = 100 mg; MgO — 43 mg.

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses Tage	Probeentnahme am Tage	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet CaO mg	MgO mg	Härte in deutsch Graden	Anmerkung
Dest Wasser	1—10	8.—10.	100,0	8,64	11,2	Temp. während d. Aufgusses durchschnittlich 23° C.
10 proc Harnlös.	11—23	21.—23.	540,0	86,4	66,0	
" "	24—47	45.—47	1040,0	100,8	118,0	
" "	48—60	58.—60.	2380,0	223,2	269,0	

Man ersieht aus dieser Versuchsreihe, dass aus sehr verunreinigtem Boden in bestimmter Zeit viel mehr Kalk und Magnesia durch das Wasser ausgelaugt wird, als aus reinem, oder nur schwach verunreinigtem Boden.

Die Härte des durch den Boden dringenden Wassers steigt sonach mit dem Grade der Verunreinigung des Bodens.

Versuch mit steigend verunreinigtem Boden.

Tabelle V.

1880 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 120 ccm. Der Liter der aufgegossenen 1—10 proc. Harnlösung enthält CaO = 3,33—33,3 mg; MgO = 1,08—10,8 mg

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Auf-gusses	Probe-entnahme am	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet		Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
	Tage	Tage	CaO mg	MgO mg		
Dest. Wasser	1—9	7.—9.	83,3	10,8	9,8	Temperatur während des Versuches durchschnittlich 17,5° C.
1 proc. Harnlös.	10—28	26.—28.	366,6	36,0	41,7	
1 „ „	29—41	39.—41.	373,3	43,2	43,3	
2,5 „ „	42—51	49.—51.	725,0	41,5	78,3	
5 „ „	52—66	64.—66	1035,0	55,8	111,3	
5 „ „	67—84	82.—84	1410,0	136,8	160,3	
7,5 „ „	85—98	96.—98.	nicht untersucht.			
10 „ „	99—105	103.—105.	670,0	21,6	70,0	
10 „ „	106—131	129.—131.	160,0	18,0	18,5	

Aus dieser Versuchsreihe ist ersichtlich, dass, wenn man nach einer 1 proc. Harnlösung concentrirtere, 2,5, — 5, — 7,5, endlich 10 proc. Lösungen aufgiesst, so steigt die Härte des durchgesickerten Wassers dem Grade der Verunreinigung proportional eine Zeit lang an, — später aber tritt eine Abnahme des Kalk- und Magnesiagehaltes ein. — Wie aus der Tabelle ersichtlich, erfolgte das Maximum der Zunahme des Kalkes und der Magnesia bei der Verunreinigung mit 5 proc. Harnlösung. Diese Zunahme sank jedoch nach dem Aufgusse einer concentrirteren (10 %) Harnlösung rapid und in grossem Maasse.

Eine Uebersättigung des Bodens mit Zersetzungsstoffen (Harn) beeinträchtigt also jene Vorgänge, die zur Lösung des Kalkes und der Magnesia führen.

II. Einfluss der Temperatur des Bodens auf die Härte des durch denselben durchsickernden Wassers.

Ich machte auch den Einfluss der Bodentemperatur auf die Härte des den Boden durchdringenden Wassers mit in zwei je 110 cm langen Glasröhren gefüllten Sandproben zum Gegenstande weiterer Untersuchungen. Die Bodenproben der ersten Versuchsreihe wurden behufs Erzielung niederer Temperatur in einer nicht geheizten Localität zwischen den Fenstern gestellt, wo das Thermometer ziemlich constant 3 bis 6° C. zeigte; eine andere Versuchsreihe wurde bei höherer Temperatur, und zwar oberhalb der Heisswasserheizung unseres Institutes postirt, wo der Thermometer ziemlich constant 26° C. aufwies. — Auf diese Sandproben wurde nun täglich ein dem dritten Theil der Wassercapacität der betreffenden Sandprobe entsprechendes Quantum einer 5proc. Harnlösung gegessen. — Die 5proc. Harnlösung wählte ich aus dem Grunde, weil ich bei meinen früher erwähnten Versuchen constatirte, dass sich mit einer solchen Lösung die grösste Härte des durchgesickerten Wassers erzielen lasse. —

Versuch mit im Beginne niedriger, später steigender Temperatur.

Tabelle VI.

1870 g Sand: Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 87 ccm. Der Liter der aufgegossenen Harnlösung enthält CaO = 100 mg; MgO = 14,4 mg

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses	Probeentnahme am	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet		Härte in deutsch. Graden	Temperatur
	Tage	Tage	CaO mg	MgO mg		
Dest. Wasser	1—13	11.—13.	60,0	5,4	6,7	+ 3—6° C
5proc. Harnlösg	14—26	24.—26.	105,5	52,2	17,8	+ 3—6° C.
» »	27—39	37.—39.	75,0	22,32	10,6	+ 3—6° C.
» »	40—52	50.—52.	60,0	16,2	8,2	+ 3—6° C.
» »	53—65	63.—65.	50,0	24,3	8,4	+ 26° C.
» »	66—78	76—78.	1000,0	68,4	109,5	+ 26° C.

Versuch mit im Beginne hoher, später abnehmender Temperatur.

Tabelle VII.

2325 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 107 ccm. Der Liter der aufgegossenen 5 proc. Harnlösung enthält CaO = 100 mg; MgO = 14,4 mg.

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses	Probeentnahme am	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet		Härte in deutsch. Graden	Temperatur
	Tage	Tage	CaO mg	MgO mg		
Dest. Wasser	1—13	11.—13.	90,0	7,20	10,0	+ 26° C.
5 proc. Harnlösg.	14—26	24.—26.	115,0	136,8	30,6	+ 26° C
„ „	27—39	37.—39.	950,0	54,0	102,5	+ 26° C.
„ „	40—52	50.—52.	787,0	23,4	87,9	+ 26° C.
„ „	53—65	63.—65.	356,0	13,5	37,4	+ 6°/₀
„ „	66—78	76.—78.	280,0	21,6	31,0	+ 6° C.

Aus der Tabelle VI ist nun zu ersehen, dass durch die kalt gehaltene Bodenprobe durchsickerndes Wasser nur im Beginne der Verunreinigung, und selbst dann nur in sehr geringem Grade eine Zunahme, dann aber wieder eine starke Abnahme in seinem Gehalt an Kalk- und Magnesiasalzen aufweist, von welchen, besonders den Kalk, der Boden aus den aufgegossenen Flüssigkeiten in sich theilweise zurückhält. — Wenn die Temperatur der vorher lange Zeit kaltgehaltenen Bodenprobe plötzlich und in grösserem Grade steigt, dann zeigt die Härte des durchdringenden Wassers im Beginne keine besonders grosse Zunahme; wenn aber die Temperatur fortdauernd hoch bleibt, dann steigt auch der CaO und MgO-Gehalt des Wassers intensiv.

Hingegen beweisen die Zahlen der Tabelle VII, dass das Wasser aus dem verunreinigten und erwärmten Boden anfangs langsam, dann aber rapid steigend mehr und mehr CaO und MgO auswäscht, sodann jedoch, trotz der beständig hohen Temperatur und der constant bleibenden Verunreinigung die Härte des Wassers allmählich wieder sinkt. — Bei Ueberführung der früher warm gehaltenen Bodenprobe in eine kalte Localität sinkt der CaO- und MgO-Gehalt noch intensiver, jedoch nur ganz allmählich.

Die Härte des den Boden durchdringenden Wassers steigt und fällt also mit der steigenden und fallenden Temperatur, — jedoch in ziemlich verspäteten zeitlichen Rhythmus.

III. Einfluss der Durchlüftung des Bodens auf die Härte des durch denselben durchsickernden Wassers.

Zur Prüfung des Einflusses der Durchlüftung des Bodens auf die Härte des durch denselben sickernden Wassers habe ich zwei aus Zinkblech und eine aus Siebgewebe (121 Maschen auf 1 qcm) verfertigte Röhren mit einer aus 4 Theilen Sand und einem Theile trockenen Pferdedüngers bestehenden Bodenmischung gefüllt. In jede Röhre goss ich täglich ein dem dritten Theile der Wassercapacität der betreffenden Bodenprobe entsprechendes Quantum destillirten Wassers. — Die in der aus Siebgewebe verfertigten Röhre befindliche Bodenprobe stellte den stark durchlüfteten Boden dar; jene Bodenprobe, welche sich in einer oben offenen, unten aber in ein dünnes Glasrohr endenden Zinkblechröhre befand, stellte die schlecht durchlüftete Bodenprobe dar. — Die dritte Bodenprobe, welche ebenfalls in einer Zinkblechröhre war, die aber oben völlig abgesperrt, unten jedoch in ein in Wasser befindliches Glasrohr mündete, stellte den von der Luft abgeschlossenen Boden dar.

Sämmtliche drei Proben waren während der Dauer der Versuche in einem durchschnittlich 20° C. warmen Zimmer untergebracht.

Die Ergebnisse dieser Versuche sind in den Tabellen VIII, IX und X auf Seite 77 und 78 verzeichnet. —

Die Tabelle VIII zeigt, dass wenn ein Boden stark verunreinigt, aber gleichzeitig stark durchlüftet ist, — der Kalk- und Magnesiagehalt des durch denselben gesickerten Wassers rapid und stark ansteigt, um später langsam und nach und nach abzunehmen.

Aus der Tabelle IX erhellt, dass der stark verunreinigte aber schlecht durchlüftete Boden an das durch denselben sickernde

Wasser langsam, aber anhaltend mehr und mehr, und überhaupt am meisten Ca O und Mg O abgibt.

Die Tabelle X beweist, dass durch verunreinigten, nicht durchlüfteten Boden sickerndes Wasser demselben anfangs mehr und mehr Kalk und Magnesialsalze entzieht, später aber deren Menge allmählich sinkt.

Versuch mit stark durchlüftetem Boden.

Tabelle VIII.

1312 g Sand { Täglich abgetropfte Wassermenge = ca. 127 ccm. Der Liter der aufgegossenen Flüssigkeit enthält Ca O = 0 mg Mg O = 0 mg

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d Aufgusses	Probeentnahme am	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet		Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
	Tage	Tage	Ca O mg	Mg O mg		
Dest. Wasser	1—13	11.—13.	245,0	30,6	28,7	Temp. während des Versuches durchschnittlich 20° C.
» »	14—26	24.—26.	265,0	69,12	36,1	
» »	27—39	37. 39.	135,0	40,5	19,1	
» »	40—52	50.—52.	112,0	14,4	13,2	
» »	53—65	63.—65.	75,0	52,4	14,8	

Versuch mit schwach durchlüftetem Boden.

Tabelle IX.

1453 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 143 ccm Der Liter der aufgegossenen Flüssigkeit enthält Ca O = 0 mg; Mg O = 0 mg

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses	Probeentnahme am	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet		Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
	Tage	Tage	Ca O mg	Mg O mg		
Dest. Wasser	1—13	11.—13.	30,0	9,0	4,2	Temp. während des Versuches durchschnittlich 20° C.
» »	14—26	24.—26.	80,0	54,0	15,5	
» »	27—39	37.—39.	226,0	52,0	29,8	
» »	40—52	50.—52	300,0	54,0	37,5	
» »	53—65	63.—65	250,0	100,8	39,1	

Versuch mit nicht durchlüftetem Boden.

Tabelle X.

1385 g Sand { Täglich aufgegossene, resp. abgetropfte Wassermenge = 131 mg
Der Liter der aufgegossenen Flüssigkeit enthält CaO = 0 mg; MgO = 0 mg

Aufgegossene Flüssigkeit	Dauer d. Aufgusses Tage	Probeentnahme am Tage	Im durchgesickerten Wasser auf 1 l berechnet CaO mg	MgO mg	Härte in deutsch. Graden	Anmerkung
Dest. Wasser	1—13	11.—13.	165,0	30,0	20,7	Temp. während des Versuches durchschnittlich 20° C.
» »	14—26	24.—26	175,0	18,0	20,0	
» »	27—39	37.—39.	135,0	19,8	16,2	
» »	40—52	50.—52.	100,0	36,0	15,0	
» »	53—65	63.—65.	92,0	50,4	16,2	

Die Ergebnisse meiner Versuche kann ich in Folgendem zusammenfassen.

1. Die Härte des durch den Boden durchsickernden Wassers nimmt mit dem Grade der Verunreinigung des Bodens zu; übermässige Verunreinigung verringert jedoch die Härte des Wassers.

2. Das Sinken, bezw. die Zunahme der Bodentemperatur verursacht eine Abnahme, bezw. eine Zunahme der Härte des Wassers. Diese Veränderungen in der Beschaffenheit des durch den Boden sickernden Wassers stellen sich nicht gleichzeitig mit dem Temperaturwechsel ein, — sondern nur nach einiger Zeit und stufenweise.

3. Eine sehr erhebliche Durchlüftung des Bodens ebenso wie der Mangel jeglicher Durchlüftung haben eine Abnahme der Härte des Wassers zur Folge; bei mittelmässiger Durchlüftung stellt sich hingegen eine bedeutendere Zunahme der Härte ein.

Es liegt wohl auf der Hand, dass der Grad der Verunreinigung, die Temperatur und die Durchlüftung des Bodens auf die Härte des denselben durchdringenden Wassers derart Einfluss nehmen, dass die genannten drei Faktoren auf den Zersetzungsprocess im Boden, namentlich auf die Bildung der Kohlen- und Salpetersäure u.s.w., sowie die Kohlensäureanhäufung daselbst und in Folge dessen die Lösung des Kalkes und der Magnesia maassgebend einwirken.

Ueber die Selbstreinigung des Bodens.

Von

Dr. **Gustav von Rigler,**

Privatdocent und Assistent am hygienischen Institute zu Budapest

Unter Selbstreinigung des Bodens verstehen wir diejenige Eigenschaft, kraft welcher derselbe die in ihm hineingerathenen organischen Stoffe zu zersetzen im Stande ist. Sie offenbart sich besonders darin, dass der Boden die organische Kohle der Schmutzstoffe zu Kohlensäure, den organischen N aber zu Ammoniak, salpetrige und Salpeter-Säure umwandelt. Ein Theil der Kohlensäure wird vom durch den Boden sickernden Wasser gebunden, indem es dieselbe zur Zersetzung und Auflösung der im Boden vorhandenen Gesteine benützt, ein anderer Theil mengt sich wieder in die Bodenluft und gelangt mit derselben in den Luftkreis.

Der organische Stickstoff wird — so die Verhältnisse günstig sind, nämlich wenn der Zersetzung eine genügende Menge O zur Verfügung steht, — in salpetrige und in Salpetersäure umgesetzt, welche mit den Calcium-, Magnesium-, Kalium-, und Natron-Salzen des Bodens durch Wechselzersetzung vereinigt, theils in das durchsickernde Wasser gelangen und durch dasselbe langsam fortgeschafft werden, zum Theile aber dienen sie den Pflanzen als Nahrungsmittel. Unter ungünstigen Verhältnissen, namentlich bei O-Mangel, wird der organische Stickstoff zu Ammoniak; letzteres und dessen chemische Verbindungen werden grösstentheils ebenfalls von den Pflanzen einverleibt oder aber mit dem durch den Boden sickernden Wasser entfernt.

So wichtig diese mineralisirende Befähigung des Bodens von landwirthschaftlichem Gesichtspunkte ist, ebenso bedeutungsvoll ist die Reinigungs-Fähigkeit in hygienischer Hinsicht, zumal dieselbe die Reinigung, Verbesserung und Assanirung des Bodens unserer unmittelbaren Umgebung, unseres Hauses, Hofes und unserer Stadt, welche durch den menschlichen Stoffwechsel, durch den Haushalt und der Industrie sehr oft in unglaublichem Grade verunreinigt werden, — zu Stande bringt.

Und trotzdem finden wir in der Litteratur kaum einige Daten, welche sich über den Verlauf, die Intensität dieser interessanten und wichtigen Naturerscheinung, sowie über die im Boden durch die Verhältnisse entstandenen Veränderungen in befriedigender Weise auslassen.

Fodor erwähnt in seiner umfassenden Arbeit »Hygiene des Bodens« die Experimente von Frankland und Wollny, dann die Beobachtungen von Reinhard und Schützenberger beim Zerfall der beerdigten Leichen. Aus den Untersuchungen Frankland's[1]) ist uns bekannt, dass aus dem auf eine Bodenschichte von 1 m Dicke gegossenen Kanalwasser während einer kurzen Frist der Durchsickerung 85% der organischen Kohle und 95,5% des organischen Stickstoffes verschwunden und dieselben durch eine entsprechende Quantität Kohlensäure und Salpetersäure ersetzt worden sind. Wollny[2]) erbrachte weiters den Beweis, dass die Zertheilung der organischen Stoffe in kleine Stücke deren Zerfall, die Oxydation, sehr befördert und beschleunigt. Aus den Untersuchungen von Reinhard und Schützenberger leuchtet endlich hervor, dass die Leichen der Erwachsenen, obzwar dieselben eine verhältnismässig erhebliche Masse organischer Stoffe auf einem Haufen bilden, binnen 3, 4, 5 Jahren und sogar auch in kürzerem Zeitraume sich in geeignetem Boden mineralisiren. So blieben aus Kinderleichen nach 2—3, aus Leichen Erwachsener nach 3—4 Jahren im kalkigen Boden des Wiener Friedhofes bloss die Knochen und etwas humusartige Substanz zurück.

1) Reinigung und Entwässerung von Berlin.
2) Biedermann's Centralblatt, 1887.

Mit vollem Rechte resultirt Fodor[1]) aus diesen Daten, dass: ». . . . ein nicht übermässig verunreinigter und nicht in Fäulnis befindlicher Boden unter günstigen Verhältnissen sich, namentlich in den oberflächlichen Schichten sehr rasch, vielleicht schon in 1—2 Jahren, seiner Unreinigkeit entledigen kann.«

»Stehen aber die Verhältnisse ungünstig, ist zum Beispiel der Zutritt von Feuchtigkeit und Luft in den Boden durch Pflaster verhindert, oder die Unreinigkeit massenhaft vorhanden, und daher in Fäulnis begriffen, endlich die Unreinigkeit in den tieferen Bodenschichten enthalten, also ein Mangel von Luft und Sauerstoff vorhanden, so wird auch die Zersetzung langsamer von Statten gehen und vielleicht eine längere Reihe von Jahren in Anspruch nehmen«.

Die Absicht meiner unten folgenden Untersuchungen war über die Intensität, die Weise und die Zeit des Verlaufs der Bodenreinigung Kenntnisse zu sammeln.

Behufs Vergleichung wählte ich als Gegenstände zu meinen Untersuchungen drei verschiedene Bodenarten heraus, und zwar verhältnismässig reinen, also wenig organische Kohle und Nitrogen enthaltenden Sand, dann Walderde mit wenigem organischen N und mittelmässiger organischer Kohle; endlich aus einem Theile Sand und 4 Theilen getrockneten Pferdedünger bestehenden, beide organische Verbindungen in erheblicher Quantität enthaltenden Düngerboden.

Ich wollte bei der Verschiedenheit dieser Stoffe auch (soweit mir experimentell möglich war) den Einfluss untersuchen, welchen auf die Reinigung derselben die Verschiedenheit der Tiefe, resp. die dort vorherrschenden Verhältnisse ausüben. Endlich um der chemischen Zersetzung, der Umwandlung genügende Frist zu gewähren, habe ich meine Untersuchungen zwei Jahre hindurch fortgesetzt.

Mein Verfahren war folgendes: Die zum Experimente dienenden Bodenproben gab ich in 4, je 110 cm langen, nach unten kuppelartig verengenden Zinkblech-Röhren von 12 cm Durch-

1) Hygiene des Bodens, S. 132.

messer, und zwar derart, dass beim ersten in die untere Hälfte des Rohres Sand, darüber behufs Bezeichnung der Grenze in 2 cm Dicke mittelkörnige, gewaschener Kies, in die obere Hälfte aber Walderde gegeben wurde. In die zweite Röhre kamen dieselben Bodenarten, nur in umgekehrter Folgenreihe. In die untere Hälfte des dritten kam wieder Sand, in die Mitte eine Kiesschichte und hierüber gedüngte Erde. Im vierten war dasselbe enthalten wie im dritten, nur in umgekehrter Reihe. Nachdem ich auf die obere Mündung der Rohre eine grobe Siebplatte gesetzt und auf das untere Ende starke 2 l-Flaschen zum Auffangen des von der Bodenprobe eventuell abtröpfelnden Wassers gebunden, liess ich die gesammten Rohre in die im Freien, mit Rasen bewachsenen Theile des Gartens des physiologischen und hygienischen Institutes gebohrten Löcher so tief hinunter, dass ich den bei Zurichtung der Löcher in einem Stücke ausgehobenen Rasentheil auf seinen früheren Platz zurückzulegen vermochte.

Meine Absicht hiebei war, die zu untersuchenden Bodenproben möglichst denselben Einflüssen auszusetzen, welche auf den genannten Theil des Gartens wirkten.

Wie es aus den weiter unten folgenden Tabellen ersichtlich, habe ich meine Experimente Anfangs August 1893 mit Hinabsenkung der Rohre und mit Bestimmung des Gehaltes der Bodenproben an organischer Kohle, Stickstoff, Ammoniak und Salpetersäure angefangen. Während einer Untersuchungszeit von im ganzen 719 Tagen holte ich die Proben 5mal herauf und untersuchte dieselben ebensovielmal. Die Frist zwischen zwei Aushebungen belief sich Minimum auf 67, Maximum auf 207 Tage.

Bei Herausnahme der Röhre hielt ich im Auge, dass vom Rohre die die Hälfte desselben occupirenden Bodenarten einzeln und gesondert ausgeleert werden, und dass von denselben nach vorheriger starker Vermengung durch Auszupfen kleiner Quantitäten von verschiedenen Theilen, eine möglichst den Durchschnitt der ganzen Masse aufweisende Probe entnommen werde.

Von diesen Proben wog ich je 100—100 g ab, das übrige — auf reinen Papierblättern dünn ausgestreut — liess ich in

verschlossenem Zimmer austrocknen. Ich bestimmte dann mit der Schlössing'schen Methode, — wie dies auch Fodor[1]) bei seinen Bodenuntersuchungen gethan, — den Ammoniakgehalt des obenerwähnten 100—100 g frischen Bodens. Nachdem ich die Probe in plattgründige, mit geschliffener Glasplatte verschliessbare, niedrig-cylindrige Gefässe (Ludwig'sche Exsiccator) gegeben und sie daselbst in dünner Schicht verstreut hatte, wurde die Probe mit Kalkmilch übergossen. Nach gründlicher und schneller Zusammenmischung stellte ich in das dickflüssige Material ein aus Eisendraht verfertigtes Tischchen, worauf eine platte, mit $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure von einer Menge von 20 ccm gefüllte Glasschale kam. Das Gefäss nach 24 Stunden geöffnet, bestimmte ich die Abnahme der Schwefelsäure pro Liter mittels $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge und berechnete hieraus die Quantität des Ammoniak. Die nachstehenden Tabellen erweisen die gewonnenen Werthe pro 1 kg trockenen Bodens.

Behufs Bestimmung der Salpetersäure wandte ich dieselbe Kalkmilch-Bodenmischung an; letztere goss ich nämlich in einen mit Filtrirpapier versehenen grossen Glastrichter und wusch sie insolange mit kleinweise nachgegossenem destillirten Wasser, bis selbst die letzten Tropfen mittels Diphenylamin keine Salpetersäure-Reaction mehr zeigten. Die Salpetersäure des abgeronnenen Wassers (500—700 ccm) bestimmte ich durch Titriren mittels Indigo (Trommsdorff's Methode) und weise ich das Resultat, dem vorherigen entsprechend, ebenfalls pro 1 kg trockenen Bodens berechnet aus.

Zur Bestimmung des organischen Stickstoffes benützte ich das von Jodlbauer modificirte Kjeldahl'sche Verfahren. Ich erhitzte 10 g trockenen Bodens mit 30 ccm Phenolschwefelsäure (40 g acid. carbol. cryst. + 1000 ccm conc. H_2SO_4) solange, bis die Flüssigkeit weiss ward. Mit überschüssiger Natronlauge-Lösung zusammengebracht, hatte ich das durch letztere ausgetriebene Ammoniak in $^1/_{10}$ Normal-Schwefelsäure aufgefangen;

1) Fodor, Hygienische Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser, II Bd., S. 314.

aus der Abnahme des Titers der letzteren berechnete ich dann den in Ammoniak Form hinübergerathenen organischen Stickstoff und notirte dessen Quantität pro 1 kg trockenen Bodens ausgedrückt in den untenfolgenden Tabellen.

Behufs Bestimmung des organischen Kohlenstoffes diente die Wolff'sche Methode, nämlich das Oxydiren mit Kaliumbichromat und Schwefelsäure. Da ich aber bei meinen früheren Experimenten die Erfahrung machte, dass die Pünktlichkeit des Resultates wegen Kürze der vom Autor zur Austreibung der gebildeten Kohlensäure vorgeschriebenen Zeitfrist viel einbüsst, modificirte ich das Verfahren solcherart, dass ich durch die mit Reagentien versehene Bodenprobe nach Hinaustreibung der praeformirten Kohlensäure insolange Luft durchführte, bis das in den Luftstromweg eingeschaltete letzte frische und reine Barytwasser selbst nach ½stündiger Durchströmung keinen Niederschlag mehr zeigte. Hiezu waren — zur Untersuchung gewöhnlich 10 g Boden genommen — zumeist 18—24 Stunden nöthig. Die von der organischen Kohle des Bodens entstammte Kohlensäure wurde durch mit bestimmter Quantität starken Barytwassers gefüllten Pettenkofer'schen Rohren geführt. Vom Resultat des Titrirens mit $^1/_{10}$ Normal-Oxalsäure bestimmte ich die in der untersuchten Bodenprobe enthaltene Kohlen-Quantität und notirte den auf 1 kg trockenen Bodens berechneten Werth.

Das Ergebnis meiner Experimente ist aus den Tabellen Z. 1, 2, 3 und 4 auf S. 86 und 87 ersichtlich.

Bei Durchsicht dieser Daten wurden wir über Folgende belehrt:

I. Der organische Stickstoff.

Im (relativ) reinen Sande erfuhr das ohnehin in geringer Menge vorhanden gewesene organische N binnen 2 Jahren eine Abnahme von ungefähr 0—12%, es ist also zu ersehen, dass der vollständige Zerfall des Nitrogen-haltigen organischen Stoffes im reinen Sande sehr langsam von Statten geht, sei es nahe der Oberfläche (0—0,55 m) oder etwas tiefer (0,55—1,1 m).

Tabelle I. **Experiment mit einer Bodenprobe, oben reich an organ. Kohle, unten rein.**

Datum der Hinabsenkung und Herausnahme der Bodenprobe	In 1 kg der obenliegenden Walderde				In 1 kg des untenliegenden Sandes				Salpetersäure, enthalten in d. unter der Probe versammelten Wasser
	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	
	Gramm				Gramm				Gramm
Hinabsenkung am 1. August 1893	1,346	0,0340	0,0400	76,954	0,112	0,0370	0,0113	4,432	—
Erste Herausnahme am 22. Dec. 1893	1,346	0,06528	0,0084	69,772	0,108	0,0068	0,042	3,883	—
Zweite » » 15. Juni 1894	1,346	0,01993	0,0142	34,779	0,1036	0,0111	0,026	3,217	0,0630
Dritte » » 21. Aug. 1894	1,232	0,0160	0,0163	25,556	0,1036	0,0019	0,0183	3,171	—
Vierte » » 16. März 1895	1,162	0,0114	0,00746	22,416	0,1027	0,0058	0,00477	3,086	—
Fünfte » » 20. Juli 1895	1,092	0,0135	0,0114	21,146	0,098	0,0052	0,00773	2,637	0,00381

Tabelle II. **Experiment mit einer Bodenprobe, oben rein, unten reich an organ. Kohle.**

Datum der Hinabsenkung und Herausnahme der Bodenprobe	In 1 kg des obenliegenden Sandes				In 1 kg der untenliegenden Walderde				Salpetersäure, enthalten in d. unter der Probe versammelten Wasser
	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	
	Gramm				Gramm				Gramm
Hinabsenkung am 1. August 1893	0,112	0,0370	0,0113	4,432	1,346	0,0340	0,0400	76,954	—
Erste Herausnahme am 22. Dec. 1893	0,112	0,0084	0,0034	4,694	1,280	0,0612	0,2460	76,954	—
Zweite » » 15. Juni 1894	0,1036	0,0111	0,0094	3,869	1,240	0,0147	0,0960	32,594	—
Dritte » » 21. Aug. 1894	0,1036	0,0024	0,0061	3,747	1,226	0,0085	0,1460	29,151	—
Vierte » » 16. März 1895	0,1028	0,00193	0,00494	3,571	1,1146	0,0094	0,00955	26,315	—
Fünfte » » 20. Juli 1895	0,098	0,00609	0,00721	2,637	1,0815	0,0184	0,0133	25,899	0,002903

Tabelle III. Experiment mit einer Bodenprobe, oben reich an organ. Kohle und Nitrogen, unten rein.

Datum der Hinabsenkung und Heraushebung der Bodenprobe	In 1 kg des obenlieg. gedüngten Bodens				In 1 kg des untenliegenden Sandes				Salpetersäure, enthalten in d. unter der Probe versammelten Wasser
	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	
	Gramm				Gramm				Gramm
Hinabsenkung am 1. August 1893	5,230	0,1857	0,00652	193,932	0,112	0,037	0,0113	4,432	—
Erste Herausnahme am 22. Dec. 1893	3,500	0,3862	0,3380	168,245	0,112	0,0068	0,0028	4,216	—
Zweite » » 15. Juni 1894	2,590	0,02579	1,0046	121,840	0,112	0,01638	0,1130	3,606	0,1083
Dritte » » 21. Aug 1894	2,300	0,0091	0,5760	85,800	0,109	0,0025	0,1360	3,087	0,2386
Vierte » » 16. März 1895	2,156	0,0123	0,01653	74,999	0,1036	0,0028	0,00826	2,631	—
Fünfte » » 20. Juli 1895	1,960	0,0398	0,0188	47,5794	0,098	0,00241	0,0105	2,3496	0,02457

Tabelle IV. Experiment mit einer Bodenprobe, oben rein, unten reich an organ. Kohle und Nitrogen.

Datum der Hinabsenkung und Herausnahme der Bodenprobe	In 1 kg des obenliegenden Sandes				In 1 kg des untenliegenden Düngers				Salpetersäure, enthalten in d. unter der Probe versammelten Wasser
	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	organ. Nitrogen	Ammoniak	Salpetersäure	organ. Kohle	
	Gramm				Gramm				Gramm
Hinabsenkung am 1. August 1893	0,112	0,037	0,0113	4,432	5,230	0,1857	0,00652	193,932	—
Erste Herausnahme am 22. Dec. 1893	0,135	0,01768	0,0024	3,843	4,060	0,3971	0,8070	157,306	—
Zweite » » 15. Juni 1894	0,112	0,01169	0,0108	3,216	2,912	0,04923	0,7604	112,780	0,0579
Dritte » » 21. Aug. 1894	0,126	0,0019	0,0036	2,846	2,688	0,0155	0,6404	86,381	—
Vierte » » 16. März 1895	0,1259	0,0032	0,08085	2,668	2,324	0,0146	0,7219	70,883	—
Fünfte » » 20. Juli 1895	0,112	0,00644	0,02588	2,6433	2,100	0,02975	0,70437	45,8172	0,04396

In der Walderde, welche N in mittelmässiger Quantität enthält, ist die Verminderung dieses Bestandtheiles schon bedeutend erheblicher, nämlich 18—20%; die Verminderung war im zweiten Jahre annähernd dieselbe, als im 1. Jahre, woraus folgen dürfte, dass das organische N im mittelmässig verunreinigten Boden sowohl absolut, als auch relativ rascher abnimmt als im reinen; die Tiefe (0—0,55 m und 0,55—1,1 m) scheint auf die Raschheit der Zersetzung keinen Einfluss zu haben.

Die Verringerung der organisch-N-haltigen Stoffe ist im mit organischem Stickstoff stark beschmutzten, gedüngten Boden noch wesentlicher und rascher; sie entspricht 60—62% der Original-Quantität.

Das Reinwerden ist im ersten Jahre erheblicher, als im zweiten. Ausserdem ist die N-Abnahme von der der Oberfläche näher gelegenen Probe etwas stärker, als von jener 0,55—1,1 m tief gelegenen.

Aus diesen Daten ist ersichtlich: dass je grösser die Verunreinigung eines Bodens mit stickstoffhaltigen organischen Stoffen, mit um so grösserer Energie und Raschheit geht dessen Reinigungsprocess von Statten, sobald aber durch letzteren ein gewisser Reinheitsgrad erreicht ist, wird die weitere Zersetzung des Stickstoffes allmählich langsamer.

Diese Verlangsamung der N-Zersetzung haben wir allem Anscheine nach dem Umstande zuzuschreiben, dass nach Zerfall der leichter zersetzbaren organischen Stoffe im Boden die schwer zerfallenden zurückblieben. Auch jene Annahme findet ihre Berechtigung, nach welcher in Gegenwart abundanten organischen Stickstoffes die Zersetzung andere, rascher gedeihende Organismen verrichten, während dieselbe in dem, spärliches und vielleicht schwerer zersetzbares Nitrogen enthaltenden Stoffe wieder von anderen langsamer gedeihenden, aber zäheren Organismen vollführt wird.

Die Abnahme des Stickstoffes bleibt in der Tiefe von 0—0,55 und 0,55—1,1 m bei reinen Bodenarten im

grossen ganzen dieselbe, hingegen ist die Abnahme grösser bei oberflächlich, (0—0,55 m) als bei tief- (0,55—1,1 m) liegendem verunreinigten Boden. Der N-haltige organische Stoff wird vom Regenwasser nicht nach den unteren Schichten befördert.

Das Ammoniak.

Betreffs des Gehaltes an Ammoniak war im reinen Sande und in der Walderde eine allmähliche, jedoch nur mindergradige Abnahme zu constatiren. Es scheint, dass auf diese Verminderung weder die Tiefe (0–0,55 und 0,55—1,1 m), noch der Umstand einen Einfluss ausübt, ob über dem reinen Sande eine an Ammoniak ärmere oder reichere Bodenschichte liegt.

Der Ammoniakgehalt der gedüngten Bodenprobe lässt zwar eine unbedeutende Zunahme bei Gelegenheit der nach der Hinabsenkung erfolgten Herausnahme wahrnehmen, doch gab diese bald nachher einer langsamen Verminderung Platz.

Ausser den obenerwähnten zeigen die drei untersuchten Bodenproben in der wärmeren Jahreszeit eine kleine relative Ammoniak-Zunahme.

Der Ammoniak-Gehalt des Bodens vermindert sich also im directen Verhältnisse zu der Abnahme der N-haltigen organischen Stoffe; die Tiefedifferenzen (0—0,55 und 0,55—1,1 m) scheinen auf diese Verringerung keinen Einfluss zu haben.

Die Salpetersäure.

Im reinen Sande ist im Allgemeinen eine allmähliche Abnahme der Salpetersäure zu constatiren, mit einer kleingradigen Zunahme während den Sommermonaten; liegt der Sand unter den erheblicher verunreinigten Bodenproben, so ist in demselben vorübergehend eine Zunahme der Salpetersäure zu beobachten, besonders im Sommer, doch gibt diese später ebenfalls einer allmählichen Abnahme Platz.

In der Walderde ist eine langsame, graduirte Verringerung der Quantität der Salpetersäure wahrnehmbar. In der

nach unten liegenden Probe zeigte sich eine erheblichere Zunahme derselben während des ersten halben Jahres.

In der gedüngten Bodenprobe nimmt die Salpetersäure rasch zu; diese Zunahme gibt in der oberflächlich liegenden Probe bald einer beträchtlichen Abnahme Platz, in den nach unten liegenden ist hingegen die Zunahme minder, aber zugleich anhaltender.

Unter sämmtlichen Bodenproben war im Sommer wenig Wasser versammelt. Das Wasser unter der Walderde enthielt weniger, das unter der gedüngten Probe mehr Salpetersäure, besonders wo die gedüngte Erde die obere Schicht bildete.

* * *

Auffallend und dabei interessant ist jenes Ergebnis der beschriebenen Untersuchungen, dass die Quantität des Ammoniak und der Salpetersäure nicht in directem Verhältnis zu der Abnahme des organischen Stickstoffes sich vermehrt hat, sondern dass aus den organischen Stoffen eine grosse Menge N so verschwunden ist, dass selbe weder in den Bodenschichten, noch in dem gesammelten Wasser weder als Salpetersäure, noch in Gestalt von Ammoniak aufzufinden war.

Die intercalären Daten der Tabelle III ausser Acht gelassen, untersuchen wir direct das Endergebnis und zwar durch Vergleichung der Rubriken vom 1. August 1893 und 20. Juli 1895 (Tab. 3).

Das organische Nitrogen des gedüngten Bodens verminderte sich vom 1. August 1893 bis 20. Juli 1895 mit 5,230 – 1,960 = **3.270 g.** Aber auch in der Quantität des NH_3 ist eine Abnahme wahrnehmbar, und zwar 0,1857—0,0398 = 0,1459 g was **0,12015 g** Stickstoff entspricht.

Im Gegensatze zum N und NH_3 zeigt die Salpetersäure 0,0188—0,00652 = 0,01228 g Zunahme, was **0,0018 g N** entspricht. Ausserdem ist im unter der Probe versammelten Wasser 0,1083 + 0,2386 + 0,02457 = 0,37147 g N_2O_5 enthalten, was wieder mit **0,09629 g N** gleich ist.

Stellen wir nun die N-Abnahme der organischen Stoffe der gefundenen N-Quantität der Salpetersäure und Ammoniak gegenüber, so erhellt, dass der N in dieser Bodenprobe binnen 2 Jahren um 3,270 + 0,12015 = **3,38015 g** abgenommen hat, wohingegen in der Probe und im Wasser 0,00318 + 0,09629 = **0,09947 g N** sich fanden, mit anderen Worten ist die gesammte Verminderung des Nitrogen auf 1 kg des gedüngten Bodens berechnet, 3,39015—0,09947 = **3,29068 g** binnen 2 Jahren, was 15 mal genommen (die ganze untersuchte Bodenquantität war 15 kg) 49,36020 g N-Abnahme entspricht.

Nehmen wir noch die gesammte N-Abnahme in dem unter der gedüngten Bodenprobe befindlichen reinen Sande (Tabelle 3) hinzu, d. i. also

beim org. N	0,112—0,098		= 0,014	g N
» NH_3	0,037—0,00241	= 0,03459 g NH_3 .	= 0,02848	» »
» N_2O_5	0,0113—0,0105	= 0,0008 g N_2O_5	= 0,00020	» »
		zusammen	0,04268	g N

und berechnen wir diese Quantität auf 15 kg Bodens, so drückt 0,64020 g die gesammte N-Abnahme des in diesem Rohre befindlichen Sandes aus.

Hieraus folgt zur Evidenz, dass vom im Rohre Nr. III in 15 kg gedüngten Boden und 15 kg Sand enthaltenen **82,94835 g N** binnen zwei Jahren zusammen **50,00040 g N** spurlos verschwunden ist.

Doch nicht nur die Daten der Tabelle III zeigen diese Erscheinung; eine einfache Rechnung, ja sogar die flüchtige Durchsicht der einzelnen Abschnitte der übrigen Tabellen liefert uns den Beweis, dass die Verhältnisse der gesammten, den Gegenstand der Untersuchung gebildeten Bodenproben dieselben sind.

Da der verschwundene organische N weder in den Bodenschichten, noch im gesammelten Wasser, weder als Salpetersäure, noch in Gestalt von Ammoniak aufzufinden war, (und ich bezweifle, dass es in Form von salpetriger Säure da war, obzwar ich die Proben in dieser Richtung nicht untersuchte), dürfte gefolgert werden, dass der organische Stickstoff in Form einer flüch-

tigen chemischen Verbindung, also als Ammoniak vom Boden mit der Bodenluft entfernt wurde.

Es scheint mit dieser Erfahrung in auffallendem Gegensatze zu sein, die Beobachtung der Agricultur-Chemie[1]), dass der Boden verschiedene gelöste organische und anorganische chemische Verbindungen, darunter auch das Ammoniak, energisch bindet. Fodor[2]) fand auch in einem Kilogramm Budapester Bodens in 1 m Tiefe bis zu 426 mg Ammoniak. Letztere Erscheinung kann jedoch dem Umstande zugeschrieben werden, dass hier der verunreinigte, ammoniakhaltige Boden tiefer gelegen ist und der Boden (aus physikalischen Gründen, namentlich wegen der Pflasterung) der Bodenluft minder durchgängig und durch dieselbe weniger ventilirbar war, zugleich aber auch dem Umstande, dass in jener Bodenprobe (im Gegensatze zu meinen) eine aussergewöhnlich intensive Fäulnis infolge beständiger Kanaljauche-Aussickerung stattgefunden haben muss.

2. Die organische Kohle.

Die Abnahme des kohlenhaltigen organischen Stoffes im Boden zeigt folgende Verhältnisse:

Vom wenig organische Kohle enthaltenden Sande ist binnen 2 Jahren 40—45% verschwunden. Die Kohle hat also rascher abgenommen als das organische N. Ob ein solcher reiner Boden der Erdoberfläche sehr nahe oder von derselben 0,55—1,1 m entfernt liegt, scheint auf die Raschheit des Reinwerdens von der organischen Kohle keinen erheblicheren Einfluss zu haben, wie auch nicht der Umstand, ob darüber oder darunter eine in organ. Kohle reichere oder ärmere Schicht liegt.

Bei der Walderde (welche 20mal soviel organische Kohle enthielt als der Sand) war die Reinigung noch viel rascher und bedeutender, da von derselben binnen 2 Jahren 65—70% der organischen Kohle verschwanden.

---

1) A. Majer, Lehrbuch der Agricultur-Chemie, 1871, S. 164—182, und P. Deherain, Cours de Chimie agricole, 1873, S. 322.

2) v. Fodor, Hygien. Untersuchungen über Luft, Boden und Wasser, 1882, S. 212.

Das Reinwerden der gedüngten Erde (welche ungefähr 40mal soviel organische Kohle enthielt, als der Sand) ist ein noch rascheres und erheblicheres gewesen, indem von derselben 75 bis 80% der organischen Kohle vernichtet worden ist.

Die organischen Kohle hat also von den gesammten Bodenproben viel rascher abgenommen als das organische Nitrogen.

Weiters ist bei Durchsicht der gesammten Untersuchungsdaten die Erfahrung zu machen, dass das Reinwerden des Bodens vom organischen N und der organischen Kohle besonders im ersten Jahre erheblicher ist. Im ersten Jahre hat nämlich die Kohle im Durchschnitt 57%, im zweiten 16% ihrer Quantität verloren; das Nitrogen im ersten Jahre 43%, im zweiten 11%; die Abnahme der organischen Schmutzstoffe im verunreinigten Boden kann demnach im ersten Jahre auf ca. 50%, im zweiten auf ca. 15% geschätzt werden, bei solch' günstigen Verhältnissen, welche bei Durchführung meiner Experimente zugegen waren und falls der Boden neueren Verunreinigungen nicht ausgesetzt ist. Die letzten Reste der Schmutzstoffe weisen jedoch eine sehr langsame Verminderung auf.

Wenn demnach im Sinne Fodor's Untersuchungen 1 kg Budapester Boden in 1 m Tiefe durchschnittlich

bei den reinen		bei den schmutzigen	
0,4465	organische N	1,178	organische N
4,670	» C	11,340	» C

enthalten hat, ist leicht einzusehen, dass der riesige organische Schmutz, welcher zur Zeit dieser Untersuchungen im Boden von Budapest gefunden wurde, binnen 2—3 Jahren durch die Selbstreinigung des Bodens eine solche Veränderung einzugehen vermocht hätte, dass selbst die ungemein verunreinigten Boden im hohen Grade rein geworden wären, gesetzt, dass eine neuerliche Beschmutzung durch sanitäre Maassnahmen verhindert worden wäre.

Ob diese Reinigung de facto stattgefunden, ist die Aufgabe anderer Untersuchungen.

9

Ueber die chemische Zusammensetzung einiger „Nährsalze", nebst kurzen Bemerkungen über die Bedeutung der Mineralstoffe für den Organismus.

Von

Dr. Magnus Blauberg.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Einleitung.

Seit längerer Zeit mit der Untersuchung der gebräuchlichsten Kindernahrungsmittel beschäftigt, lenkte ich meine Aufmerksamkeit auch auf die im Handel vorkommenden „Nährsalze".

Bekanntlich werden unter diesem Namen von einigen Fabrikanten Präparate in den Handel gebracht, die nicht nur als Zusätze zu den Kindermehlen und dergl. Verwendung finden, sondern denen auch nachgesagt wird (allerdings zum grossen Theil nur von den Fabrikanten selbst), dass sie, der Kuhmilch zugesetzt, letztere der Frauenmilch nicht nur ähnlicher, sondern „gleich in der Wirkung und Zusammensetzung" machen sollen.

Da nun die Lehre von der Bedeutung der verschiedenen Salze für den menschlichen Organismus gerade zu denjenigen Gebieten der Ernährungsphysiologie gehört, die noch sehr wenig ausgebaut sind, und auf welchen zur Zeit verschiedene Ansichten um das Vorrecht kämpfen, so erschien es mir nicht uninteressant, einige dieser „Nährsalze" näher zu untersuchen, um einen Einblick in die Zusammensetzung derselben zu gewinnen. Bevor ich aber zur Mittheilung der Resultate dieser Untersuchungen schreite, möchte ich mir erlauben, hier kurz das zusammen

zu fassen, was wir über die Bedeutung der Mineralstoffe für den menschlichen Organismus im Allgemeinen und den des Kindes im Speciellen wissen, wodurch die Beurtheilung der Bedeutung, auf welche die untersuchten Präparate Anspruch machen können, wesentlich erleichtert werden dürfte.

Ueber die Bedeutung der Mineralstoffe für den Organismus.

Nachdem Justus v. Liebig (vor nunmehr als 50 Jahren)[1]) in der ihm eigenen, klaren und überzeugenden Form zuerst mit Nachdruck darauf hingewiesen hatte, dass die beim Veraschen organisirter Gebilde zurückbleibenden Mineralstoffe nicht gleichgiltige Beimengungen derselben sind, sondern, dass zum Aufbau lebensfähiger organischer Substanz (sowohl in der Pflanze, als auch im Thiere) gewisse Mineralbestandtheile (Asche) unbedingt nöthig sind, hat man dieser Frage nicht wenig Aufmerksamkeit geschenkt und ist, soweit es sich um die Pflanze und das Thier handelt, auch zu einem gewissen Abschlusse gekommen. Was aber die Bedeutung der Salze für den menschlichen Organismus anbetrifft, so sind hierüber die Angaben noch sehr lückenhaft und die Ansichten der verschiedenen Forscher nicht immer übereinstimmend.

Durch die Untersuchungen Liebig's, seiner zahlreichen Schüler und vieler Anderer wissen wir, dass in allen thierischen Geweben und Säften Natron, Kali, Kalk, Magnesia und Eisen in Verbindungen mit Chlor und Phosphorsäure vorkommen. Wenn nun auch in der Menge und Vertheilung der einzelnen Stoffe gewisse Differenzen bestehen[2]), so weist doch ein und dasselbe Organ eine unzweifelhafte Constanz in Bezug auf seine Mineralbestandtheile auf. Im Allgemeinen kann man wohl annehmen, dass in den Flüssigkeiten des Körpers das Chlornatrium (neben Kali — Kalk und Magnesium — Phosphaten) den Hauptbestandtheil bildet, während in den Geweben

---

1) J. v. Liebig, Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agricultur u. Physiologie, 1840. Derselbe, Chemische Briefe, 31. u. 33. Brief.

2) Die Knochen enthalten, je nach dem Alter und der Härte, 63—68% Mineralstoffe, während in den Organen und Geweben nur 1—2% zu finden sind.

die Phosphate des Kaliums und der Erdsalze, neben geringen Mengen von Natrium und Kalium-Chlorid, die Hauptmenge der vorhandenen Mineralstoffe ausmachen und, schliesslich in den Knochen die Phosphate des Kalks[1]), neben geringen Mengen von Magnesiumphosphat, Erdkarbonaten und Spuren von Fluorcalcium, als Hauptbestandtheile anzusehen sind. Sehr wichtig ist es aber zu wissen, dass nicht die ganze Menge der im Organismus vorhandenen Mineralstoffe mit den organisirten Substanzen in gleicher Weise verbunden ist. Während ein Theil der Mineralstoffe sich mit den Geweben in sehr fester, zäher Verbindung befindet, allem Anscheine nach auch Theil nimmt an der Constitution und dem Aufbau des Eiweissmolekül's im Protoplasma („Körpersalze Forsters"), sind die in den die Gewebe umspielenden Flüssigkeiten enthaltenen Salze nur zum geringen Theil in so fester Verbindung vorhanden.

Diese Thatsache kennzeichnet sich dadurch, dass im Organismus die ausgesprochene Tendenz besteht, die Mineralstoffe des Zelleneiweisses mit bemerkenswerther Zähigkeit zurückzuhalten und erst beim Abschmelzen der organisirten Substanz selbst frei zu geben, wogegen derjenige Theil, der im Blute und der Lymphe enthaltenen Salze, der sich in loser (sit venia verbo) Verbindung befindet, einer verhältnissmässig schnellen Metamorphose anheimfällt, indem diese Mineralstoffe durch die Nieren — jene zweckentsprechenden Filter des Organismus — und auch durch den Darm ausgeschieden werden, um durch neue, aus der Nahrung in die Säfte übergegangene Salze stetig ersetzt zu werden.

Diese Ausscheidung findet auch dann statt (allerdings in viel geringerem Maasse), wenn der Organismus sich im Hungerzustand befindet, und es muss gleich bemerkt werden, dass eine Auslaugung der Salze für den Organismus selbst dann von grossem Schaden ist, ja verhängnisvoll werden kann, wenn derselbe auch Eiweiss, Fette und Kohlenhydrate in genügender Menge erhält.

1) Dieselben bilden 80—90% der Gesammtasche

Durch Forster's[1]) umfangreiche und exacte Versuche, auf die ich hier nur hinweisen kann, ist der zwingende Beweis erbracht, dass »bei sonst ausreichender Ernährung ein erwachsenes Individuum nach etwa 4 Wochen zu Grunde geht, sobald die Zufuhr von Mineralstoffen längere Zeit unterbrochen wird oder unter eine gewisse Grenze sinkt.“

Die Versuche dieses verdienstvollen Forscher's hat man auch anders zu deuten versucht, und so geben z. B. Bunge[2]) und sein Schüler Lunin[3]) der Meinung Raum, dass in den Forster'schen Versuchen die Thiere durch Schwefelsäure-Intoxication (aus dem Schwefel der verbrannten Eiweissstoffe) und eine dadurch bedingte Alkali-Entziehung vom Körper zu Grunde gegangen seien. Abgesehen davon, dass es für die praktische Ernährungsfrage gar nicht in Betracht kommt, wodurch jene eigenthümlichen nervösen Symptome bei den Forster'schen Versuchsthieren hervorgerufen wurden, muss auch darauf hingewiesen werden, dass die Angaben von Bunge und Lunin schon deshalb nicht zwingend sind, weil für die Neutralisirung der sich aus dem S_2 des Eiweisses bildenden Schwefelsäure (ausser durch die kohlensauren Salze) auch durch das beim Abbau des Eiweisses sich bildende Ammoniak[4]) gesorgt ist und daher nicht ohne Weiteres von einer Intoxication nach dieser Richtung hin die Rede sein kann.

Die Einwände von Arnold und Tereg[5]) beruhen, wie aus Forster's Notiz[6]) und seinen oben citirten Originalarbeiten zur

1) Zeitschrift für Biologie, Bd. 9, Seite 297. Handbuch der Hygiene und der Gewerbekrankheiten von Pettenkofer u. v. Ziemssen. I. Theil, I. Abtheilung, Seite 60—71. Gut referirt in Munk u. Ewald, Ernährung des gesunden und kranken Menschen, Seite 83—86.

2) Bunge, Zeitschrift für Biologie, Bd. 10, Seite 130 oder Bunge, Lehrbuch der physiol. und patholog. Chemie, Seite 104—106.

3) N. Lunin, Ueber die Bedeutung der anorganischen Salze etc. Dissert., Dorpat.

4) Schmiedeberg u. Walter, Archiv für exper. Pathologie, Bd. 7, Seite 148; Hallervorden u. Coranda; Ibidem, Bd. 12, Seite 76 (citirt nach Munk und Ewald (a. a. O.).

5) Pflüger's Archiv 1884.

6) Archiv für Hygiene 1884, Seite 423—427.

vollen Evidenz hervorgeht, auf Irrthümern. Es ist also an der Zutrefflichkeit der Forster'schen Versuche und den sich aus denselben ergebenden Folgerungen durchaus nicht zu zweifeln.

Wenn wir nun aber auch aus Forster's Versuchen wissen, dass das ausgewachsene Individuum unbedingt der Zufuhr von gewissen Mineralstoffen bedarf, so sind wir doch darüber noch ganz im Unklaren, in welchen Quantitäten die einzelnen Mineralstoffe dem Organismus zugeführt werden müssen, und welche Bedeutung den einzelnen Salzen zuzuschreiben ist.[1])

So sehr diese Lücke auch in thesi empfunden wird, so zieht sie doch keine besonderen Schwierigkeiten für die praktischen Angaben der Ernährungslehre mit sich. Denn es hat sich herausgestellt, dass in der sogenannten »gemischten Kost« — und nur diese dürfte doch wohl für den heutigen Kulturmenschen in Betracht kommen — gewöhnlich auch so viel Mineralstoffe enthalten sind, als der Organismus deren bedarf. Allerdings besteht eine Ausnahme von dieser Regel, nämlich in Betreff des Kochsalzes, welches der Mensch in seinen Nahrungsmitteln nicht in genügender Menge zu erhalten scheint, denn der Culturmensch begnügt sich nicht mit dem in den Nahrungsmitteln präformierten $NaCl$, sondern greift stets zum Kochsalz.

Es drängt sich daher unwillkürlich die Frage auf, inwiefern die besondere Aufnahme von Kochsalz einem stofflichen Bedürfnisse des Organismus entspricht. Wenn nun auch einerseits bekannt ist, dass das Kochsalz den quantitativ überwiegenden Bestandtheil aller thierischen Flüssigkeiten ausmacht, wenn wir ferner zur Genüge die Bedeutung des Chlornatriums bei der Entstehung des Magensaftes erkannt haben und auch den Werth desselben zur Lösung der Globuline wohl zu würdigen wissen, so muss man doch andererseits zugeben, dass beim heutigen Kulturmenschen stets die Rede von einem »Luxussalzverbrauch«

1) Da man aus Forster's Versuchen weiss, dass bei mineralstoffarmer Nahrung verhältnissmässig wenig Salze durch Harn und Koth ausgeschieden werden, so darf man wohl annehmen, dass das Bedürfniss des Organismus nach den einzelnen Salzen jedenfalls nur ein geringes sein kann.

sein kann. Denn aus den statistischen Ermittelungen wissen wir, dass heutzutage die Kulturvölker pro Kopf und Tag von 17—20 g Kochsalz verbrauchen, während der absolute Bedarf des Körpers an NaCl pro Tag etwa den zehnten Theil davon betragen dürfte.[1])

Diese chronische Ueberfütterung des Körpers mit Kochsalz scheint, wenn sie gewisse Grenzen nicht übersteigt[2]), dem Organismus durchaus nicht zu schaden, umsomehr, da durch Anregung des Appetits die Speiseaufnahme und, wie Ogata[3]) nachgewiesen, auch die Magenverdauung eine Förderung zu erfahren scheinen.

Bemerkenswerth ist es, dass die verschiedenen Völkerstämme sich dem Kochsalz gegenüber ganz verschieden verhalten. Während die fast ausschliesslich von Fleisch sich nährenden Tungusen, Samojeden, Ostjacken etc., nach Bunges[4]) Angaben, »entweder das Salz gar nicht kennen, oder, wo sie es kennen lernen, verabscheuen, tragen die vorherrschend von Vegetabilien sich nährenden Völker ein unwiderstehliches Verlangen danach und betrachten es als unentbehrliches Lebensmittel.[5])

---

1) Nach Munk und Ewald, op. cit., Seite 86 und Munk, Einzelernährung und Massenernährung in Weyl's Handbuch der Hygiene. — Nach Bunge (op. cit., Seite 118) geniessen die meisten Menschen 20—30 g NaCl täglich und häufig noch mehr.

2) Da wir in dem Geschmack einen sehr guten Maassstab haben, so wird es, unter gewöhnlichen Verhältnissen, wohl kaum zu einer solchen »Ueberfütterung« mit NaCl kommen können, die irgend welche schädlichen Folgen nach sich ziehen könnte.

3) Archiv f. Hygiene, Bd. 3, Seite 212.

4) Lehrbuch der physiol. u. pathol. Chemie, Seite 110.

5) Bunge (a. a. O.) findet in dem reichen Gehalt an Kalisalzen, den die Vegetabilien aufweisen, die Erklärung für das ungleich grössere Bedürfniss der sich von denselben nährenden Völkerstämmen für das Kochsalz, gegenüber den von animalischer Kost lebenden Völkern, denn er hat durch Experimente gefunden, dass die Kalisalze dem Organismus Chlornatrium entziehen und es daher, nach der Ansicht dieses Forschers, zu einer »Verarmung« des Körpers an Chlornatrium kommen könne. Inwieweit eine solche Verarmung des Körpers an Chlornatrium bei beständiger Zufuhr von Kalisalzen stattfindet, dürfte noch nicht endgiltig erwiesen sein,

Ueber die Bedeutung der übrigen Salze für den ausgewachsenen Organismus kann hier nur kurz berichtet werden.

Was zunächst die unter dem Namen Scorbut bekannte Krankheit anbetrifft, deren Symptome wir hier nicht anzuführen brauchen und die man früher auf einen Mangel an Kalisalzen in der Nahrung (bei andauerndem Genuss von Pöckelfleisch und Fehlen von grünem Gemüse) hat zurückführen wollen, so ist zu bemerken, dass nach neueren Untersuchungen[1]) wohl angenommen werden darf, dass diese Krankheit hauptsächlich bei einseitiger und fettarmer Kost auftritt und ausserdem, allem Anscheine nach, mit gewissen ungünstigen hygienischen Wohnungsverhältnissen zusammenzuhängen scheint, denn man hat diese eigenartige Erkrankung auch dort auftreten sehen, wo es weder an frischem Fleisch noch grünem Gemüse in der Nahrung fehlte.[2]) Ueberhaupt kann gleich hier bemerkt werden, dass es ganz verkehrt ist, nur die Menge des betreffenden Salzes resp. Nahrungsmittels im Auge zu haben. Es bedarf vor Allem auch gewisser Bedingungen von Seiten des Organismus und es ist bekannt, dass man (unter gewissen Umständen) dem Körper Mineralstoffe in grosser Menge zuführen kann, ohne dass derselbe sie ausnützen würde. —

In Betreff der Kalksalze ist es nicht uninteressant zu wissen, dass auch beim ausgewachsenen Thiere, bei ungenügender Zufuhr von Kalksalzen, sonst aber ausreichender Fütterung,

---

und man kann in dieser Hinsicht durchaus Forster (a. a. O., Seite 70) beistimmen, wenn er meint, dass eine Natrium-Verdrängung aus dem Körper durch die mit den Speisen eingeführten Kalisalze nur solange möglich ist, als im Körper noch überschüssiges Chlornatrium vorhanden ist. — Näheres über diese höchst interessante Frage, sowie sehr lesenswerthe ethnographische Angaben über die Bedeutung und Anwendung des Salzes bei den verschiedenen Völkern findet man in Bunge's Lehrbuch der physiologischen und pathologischen Chemie, Leipzig 1894, sowie in den Originalarbeiten dieses verdienten Forschers. Daselbst auch reiche Litteraturangaben.

1) Siehe Forster, Ernährung und Nahrungsmittel, Seite 68 (Pettenkofer's Handbuch der Hygiene) und Munk u. Ewald, op. cit, Seite 87.

2) Munk u. Ewald, op. cit. Seite 87.

Störungen in der Kalkaufnahme seitens des Organismus vorkommen, die unter dem Namen der Osteomalacie bekannt sind und nicht selten zu einer Halisterese der Knochen führen kann.

Durch Forsters [1]) zahlreiche Experimente und die auf seine Veranlassung ausgeführten Arbeiten sind äusserst werthvolle Beiträge zur Kenntniss der Kalkresorption im Thierkörper geliefert worden, die nach vielen Richtungen hin den folgenden Autoren als Ausgangspunkt gedient haben.

Ueber die Osteoporose beim ausgewachsenen Thiere liegen interessante Arbeiten von Erwin Voit vor, auf die auch nur hingewiesen werden kann.[2])

Jedenfalls ist die Menge des Kalkes, deren der Erwachsene bedarf, noch ganz unbekannt, und wir wissen auch von den angeführten und ähnlichen Knochenerkrankungen (z. B. Osteopsathyrosis) noch sehr wenig Bestimmtes.

Ueber die Bedeutung des Eisens [3]) für den Organismus kann an dieser Stelle gar nicht gesprochen werden, denn die Litteratur über diesen Gegenstand ist so herangewachsen, dass sie wohl nur vom Fachmann übersehen werden kann. Zudem sind die Ansichten der verschiedenen Autoren nicht selten soweit auseinandergehend, dass es wirklich schwer fallen kann, sich zu orientiren. Fest steht jedenfalls, dass unter normalen Verhältnissen durch den Harn nur Spuren von Eisen ausgeschieden werden, während mit dem Koth mehr abzugehen scheint.

Auch über die Bedeutung der anderen Mineralstoffe für den Organismus ist, soweit normale Verhältnisse in Betracht kommen, nicht viel bekannt[4]), und auf die vielfachen, theoretisch ja sehr wichtigen Abweichungen in der Ausscheidung von verschiedenen

1) Forster, Beiträge zur Kenntniss der Kalkresorption im Thierkörper. Archiv f. Hygiene, Bd. II, Seite 385—411 Daselbst kritische Besprechungen der wichtigsten, früheren Arbeiten.

2) Zeitschr. f. Biologie, Bd. 16, Seite 62.

3) Siehe hierüber u. A. Bunge's zahlreiche, in der Zeitschrift für physiologische Chemie veröffentlichte Arbeiten.

4) Siehe hierüber: Forster, a. a. O., (S. 60—71) und Munk u. Ewald, a. a. O., Seite 82—91.

Salzen kann an dieser Stelle nicht einmal hingedeutet werden, da diese Fragen zu tief in die Gebiete der inneren Medicin, Pharmakologie und allgemeinen Pathologie eingreifen.

Fassen wir kurz das bisher Gesagte zusammen, so ergiebt sich, dass der erwachsene Mensch bei gemischter und sonst ausreichender Kost wohl kaum einem Salzhunger anheimfallen wird, und es für denselben unter normalen Verhältnissen[1]) keiner besonderen Zufuhr von Mineralstoffen bedarf.

Durchaus anders ist das Bedürfniss nach Mineralstoffen beim wachsenden Organismus — beim Kinde. Es ist ohne Weiteres verständlich, dass der kindliche Organismus nicht nur einer für die Erhaltung des Bestandes ausreichenden Salzmenge bedarf, sondern dass auch eine Aufspeicherung von gewissen Mineralstoffen, die am Aufbau der Gewebe betheiligt sind, stattzufinden hat.

Da nun das Wachsthum des kindlichen Organismus ein sehr intensives ist und sich in den ersten Lebensjahren in der Hauptsache auf das Muskel- und Knochensystem und eine vermehrte Blutbildung erstreckt, so ist es einleuchtend, dass der wachsende Organismus grösserer Mengen von Calcium- und Kalium-Phosphaten, sowie auch von Eisen bedarf, als der ausgewachsene Organismus, der nur für die Erhaltung des Bestandes zu sorgen hat.

Solange der Säugling durch der eigenen Mutter Brust ernährt wird, wird sich, in normalen Fällen, wohl kein Bedürfniss nach besonderer Zufuhr von Salzen bemerkbar machen; denn aus Bunge's[2]) ausführlichen Untersuchungen wissen wir, dass in der Milch die Mineralstoffe fast genau in den

1) Abgesehen von dem, oben erwähnten, allgemein üblichen Zusatz von Kochsalz.

2) »Die Epithelzelle der Milchdrüse sammelt aus dem ganz und gar anders zusammengesetzten Blutplasma alle anorganischen Bestandtheile genau in dem Gewichtsverhältniss, in welchem der Säugling ihrer bedarf, um zu wachsen und dem elterlichen Organismus gleich zu werden.« Bunge, a. a. O., Seite 98.

Mengen-Verhältnissen vorhanden sind, als in dem Gesammtorganismus des Säuglings[1]). Ferner ist zur geläufigen Thatsache geworden, dass die Salze der Frauenmilch viel besser ausgenützt werden, als die der Kuhmilch. Da nun aber die Muttermilch für das Kind nur bis zu einer gewissen Zeit als einzige Nahrung gelten kann, und da ferner heutzutage nur eine sehr geringe Anzahl von Kindern sich überhaupt dieser »natürlichen« Ernährungsweise erfreut, so ist die Frage, ob das Kind, wenn es von der Milch zu anderen Nahrungsmitteln übergeht, auch in denselben alle nöthigen Mineralstoffe und in richtigem Verhältnisse findet, eine äusserst wichtige[2]). — Und in der That, die Erfahrungen des täglichen Lebens lehren uns, dass im Kindesalter gewisse Erkrankungen vorkommen, die ohne Zweifel auf einen abnormen Mineralstoffwechsel, wenigstens zum Theil, zurückzuführen sind.

Von den hierher gehörenden Erkrankungen ist die am meisten studirte — die Rhachitis, über deren Symptome wir uns hier nicht zu verbreiten haben.

Was das Wesen und die Ursache dieser Krankheit anbetrifft, so sind wir darüber, trotz einer Reihe von sehr verdienstvollen

1) Wenn wir auch über keine Analyse der Gesammtasche eines menschlichen Säuglings verfügen, so dürften doch die von Bunge ausgeführten Analysen von saugenden Hunden, Katzen und Kaninchen eine Analogie wohl zulassen.

2) Es erscheint mir nicht uninteressant, hier die hübsche Zusammenstellung der Aschenbestandtheile der wichtigsten Nahrungsmittel, wie sie Bunge (op. cit.) giebt, anzuführen.

Auf 100 Gewichtstheile der Trockensubstanz kommen:

	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	Cl_2
Rindfleisch	1,66	0,32	0,029	0,152	0,02	1,83	0,28
Weizen	0,62	0,06	0,065	0,24	0,026	0,94	?
Kartoffel	2,28	0,11	0,100	0,19	0,042	0,64	0,13
Hühnereiweiss	1,44	1,45	0,130	0,13	0,026	0,20	1,32
Erbsen	1,13	0,03	0,137	0,22	0,024	0,99	?
Frauenmilch	**0,58**	**0,17**	**0,243**	**0,05**	**0,003**	**0,35**	**0,32**
Eidotter	0,27	0,17	0,380	0,06	0,04	1,90	0,35
Kuhmilch	**1,67**	**1,05**	**1,51**	**0,20**	**0,003**	**1,86**	**1,60**

Arbeiten, doch nur wenig aufgeklärt[1]). Man ist zur Zeit noch zu keiner endgiltigen Ansicht über die Aetiologie dieser leider so verbreiteten Erkrankung des Kindesalters gekommen, was nicht zum geringen Theil darin seine Erklärung finden dürfte, dass wir noch nicht über Stoffwechseluntersuchungen rhachitischer Kinder im Vergleich mit gleichaltrigen und gleichgenährten, aber gesunden Kindern, und mit besonderer Berücksichtigung des Mineralstoffwechsels verfügen.

Wenn wir aber die zahlreichen Versuche an Thieren über diese Erkrankung, besonders die neueren Versuche, berücksichtigen, so können wir uns der Ueberzeugung nicht verschliessen, dass es sich bei der Rhachitis durchaus nicht allein um eine ungenügende Zufuhr von Kalksalzen handelt, sondern auch — und das ist die Hauptsache — um eine gestörte Resorption derselben seitens des kindlichen Organismus[2]). Allerdings geben auch diese Angaben uns keine genügende Erklärung, und man muss gestehen, dass wir es bei der Rhachitis mit einer äusserst verwickelten Function, die sich aus sehr vielen Factoren zusammensetzt, zu thun haben, wobei immerhin als constanter Factor eine gestörte Resorption der Kalksalze, resp. Unmöglichkeit der Assimilation (dank abnormen Vorgängen in den knochenbildenden Geweben) der Kalksalze anzusehen wäre. Als sehr beachtenswerthe Factoren spielen dann wohl auch verschiedene antihygienische, allgemeine Verhältnisse mit (schlechte Wohnung, schlechte Ernährung der Mütter etc.),

1) Vergl. die in Anmerkung 2 citirten Arbeiten, sowie die Handbücher der Kinderkrankheiten. — Ueber die hystologischen Details bei den rhachitischen Erkrankungen der Knochen sind wir allerdings sehr gut unterrichtet (Wolf's Transformationsgesetz). —

2) Ueber die Resorption des Kalkes im Thierkörper sind besonders einzusehen: J. Forster, Archiv f. Hygiene, Bd. II, Seite 385—411. Erwin Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. XII. Baginsky, Virchow's Archiv, Bd. 87, Seemann, Zeitschrift für klinische Medizin, Bd. 5. Fr. Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. 29. Bei den angeführten Autoren vielfache Angaben über die älteren Arbeiten. Auch bei König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, Bd. I, Seite 127—129, sind gute Referate über einige hierher gehörende Arbeiten.

wie neuerdings darauf nicht selten in den Fachzeitschriften hingewiesen wird. — —

Bei ungenügender Zufuhr von Kaliumphosphat (Fütterung mit ausgelaugtem Fleischmehl) konnte Kemmerich[1]) an jungen Hunden ein Zurückbleiben der Musculatur in der Entwicklung deutlich bemerken; auch verendeten die Thiere sehr bald. — Ferner hat v. Hoesslin[2]), der jungen, rasch wachsenden Hunden Eisen in den Mengen, wie sie für das erwachsene Thier genügend sind, verfütterte, constatirt, dass der relative Gehalt des Blutes der Versuchsthiere an Hämoglobin abnahm und die Thiere annähernde Verhältnisse, wie wir sie bei der Chlorose am Menschen beobachten, zeigten[3]). Dass die beiden letztgenannten Zustände — schlechte Entwickelung der Musculatur und Blutarmuth — nur zu häufig beim Kinde beobachtet werden, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Schon aus dem Wenigen, was über die Bedeutung der Mineralstoffe für den wachsenden Organismus bisher gesagt ist, geht hervor, dass den Salzen für denselben eine hervorragende Bedeutung nicht abzusprechen ist. Ausserdem sehen wir, dass in dieser Beziehung der wachsende Organismus einer weit grösseren Fürsorge und Umsicht bedarf, als der Erwachsene. — — —

Wenn wir uns nun jetzt, nachdem wir einen flüchtigen Ueberblick über die Bedeutung der Mineralstoffe für den Organismus erhalten haben, die Frage vorlegen, ob die Mineralstoffe als »Nahrungsmittel« anzusprechen seien oder nicht, so ist es nicht ohne Weiteres möglich, eine endgiltige Antwort darauf zu geben. Man wird allerdings nicht mit Bunge[4]) annehmen wollen, »dass durch den Zerfall und die Oxydation

1) Archiv f. gesammte Physiologie, Bd. 2, Seite 75.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd 18, S. 612.

3) Sehr interessant sind Bunge's (a. a. O., Seite 99) Angaben darüber, dass der Eisengehalt des Gesammtorganismus bei der Geburt am höchsten ist und mit dem Wachsthum des Thieres allmählich abnimmt.

4) Bunge, a. a. O., Seite 102.

der Salze keine Kräfte im Körper frei werden, und dass die Salze in keiner Weise abgenutzt und unbrauchbar werden können«. Denn, wenn einerseits auch die Arbeit, welche die Salze im Organismus leisten, nicht nach Kalorien (wie beim Eiweiss, Fette und den Kohlenhydraten) gemessen werden kann, so ist es andererseits nicht möglich, zu leugnen, dass die Lösungen anorganischer Salze, infolge ihres »osmotischen Druckes«, unter gewissen Verhältnissen sogar bedeutende Arbeit zu leisten vermögen, die sich in Druck- und Bewegungserscheinungen äussert und in Atmosphärendruck angegeben wird.

Wenn wir die Bedeutung der Salze für den Organismus vom Standpunkte der physikalischen Chemie etwas näher betrachten, so ergiebt sich manche recht beachtenswerthe Thatsache, und verweise[1]) ich in dieser Beziehung auf die vor Kurzem erschienene lesenswerthe Arbeit von Dr. H. Koeppe[2]). Es lässt sich allem Anscheine nach folgern[3]), »dass die Energie, welche wir dem Körper mit den Salzen zuführen, zur Resorption der Nahrung verwandt wird«. Allerdings fehlt es uns vorläufig noch an genügenden Anhaltspunkten über diese Voraussetzungen, aber schon jetzt lässt sich mit voller Bestimmtheit sagen, dass dieser Weg, neben exacten Stoffwechseluntersuchungen, die auch die Ausscheidung der Mineralstoffe berücksichtigen würden, ein durchaus erspriesslicher sein kann bei der Lösung der Frage von der Bedeutung der Salze für den Organismus. Denn wir bedürfen in der That durchaus auch solcher Untersuchungen, die uns einen richtigen Einblick in die Wechselbeziehungen der im Organismus enthaltenen Salze geben würden. Und dieses wird nur dann möglich sein, wenn wir die so reichen Erfahrungen der physikalischen Chemie hier-

1) Da ich mir an dieser Stelle nicht gestatten kann, Excursionen in das Gebiet der physikalischen Chemie zu unternehmen.

2) Die Bedeutung der Salze als Nahrungsmittel, Giessen 1896. Vortrag, gehalten auf der 68 Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Frankfurt a. M.

3) Koeppe, a. a. O., Seite 8.

bei nicht vernachlässigen; mit anderen Worten, wenn wir uns bei dergleichen Untersuchungen befleissigen werden, gleichzeitig die chemischen und physikalischen Gesetzmässigkeiten zu berücksichtigen.

Was nun auch fernere Untersuchungen ergeben mögen, die Bezeichnung der Salze als »Nahrungsmittel« wird uns immerhin etwas befremden, ebenso wie die Hinzuzählung derselben zu den »Genussmitteln« wohl kaum gefallen wird. Im letzteren Fall wird man den Salzen, besonders dem Kochsalz[1]), wohl eine Sonderstellung einräumen müssen, da dessen Bedeutung für die Entstehung des Magensaftes, für die Lösung der Globuline u. s. w. wohl zweifellos bewiesen ist, und das Chlornatrium sich daher nicht ohne Weiteres den anderen »Genussmitteln« anreihen lässt. —

Solange unsere Kenntnisse über die Bedeutung der Salze für den Organismus so lückenhaft sind, wie es zur Zeit der Fall ist, können wir uns nicht so entschieden über diese Frage aussprechen, wie es hier und da geschehen ist.

Jedenfalls liegt kein Grund vor, sich von der von Liebig und Forster gebrauchten Bezeichnung »Nährsalze« für diejenigen Mineralbestandtheile, deren (wie wir oben gesehen haben) der Körper unbedingt bedarf, fern zu halten, denn die Bezeichnungen »Genussmittel« oder »Nahrungsmittel« sind in diesem Falle wohl kaum günstiger gewählt. Es muss also weiteren, eingehenden Untersuchungen über die Bedingungen, unter denen sich der Mineralstoffwechsel im menschlichen Organismus vollzieht und einer objectiven Beurtheilung der Bedeutung der einzelnen Salze für den Organismus, sowie einer richtigen Erkenntniss der Wechselwirkungen der verschiedenen Salze in den Körperflüssigkeiten, vorbehalten bleiben, darzuthun,

1) In einem Gespräch, welches ich über die Bedeutung des Kochsalzes mit Herrn Prof. Rubner zu führen Gelegenheit hatte, sprach sich Herr Prof. Rubner für eine Sonderstellung des Kochsalzes als »Genussmittel« aus. Dieser Ansicht stimme ich voll und ganz bei, denn es ist in der That befremdend, wenn (wie es nicht selten geschieht) das Kochsalz mit Genussmitteln, wie Alcohol, Coffëin u. s. w. (die entweder nur ausschliesslich oder doch vorzugsweise nur das Nervensystem anregen) in eine Kategorie hineingebracht wird.

ob und welche von den Mineralstoffen als »Nahrungsmittel« anzusprechen seien; bis dahin werden die verschiedenen Bezeichnungen nur einen Wortstreit bilden können.

Dass die grossartigen Errungenschaften der physikalischen Chemie, welche dieselbe in den letzten Dezennien aufzuweisen hat, hierbei besonders zu Gute kommen können und so manche Frage der Physiologie erklären helfen werden, ist nicht zu bezweifeln. Denn eine solche Inangriffnahme physiologischer Fragen hat, so neu sie auch ist, stets viel des Interessanten zu Tage gefördert, und sei hier nur an die schönen Untersuchungen von E. Prior[1]) über die Beziehungen des osmotischen Druckes zu dem Leben der Hefe und den Gährungserscheinungen erinnert[2]). —

Methodik.

Was die Untersuchungsmethoden anbetrifft, so seien hier folgende Bemerkungen gestattet, die, wenn sich auch nur auf bekannte Thatsachen gründend, doch vielleicht einiges Interesse beanspruchen können. —

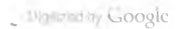
Nachdem man sich durch eine Vorprüfung einen ungefähren Einblick in die Zusammensetzung des zu untersuchenden Präparates verschafft hat, geht man zur Prüfung der Löslichkeit über und wird hier wohl in der Hauptsache die Löslichkeitsverhältnisse in Wasser und verdünnter, resp. conc. HCl zu prüfen haben.

Bei Untersuchungen, wo es erwünscht ist, einen möglichst genauen Einblick in die Zusammensetzung des Präparates zu gewinnen, wird man dann die wässrige[3]) und die salzsaure

1) Die Beziehungen des osmotischen Druckes zu dem Leben der Hefe und den Gährungserscheinungen. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde und Infectionskrankheiten 1896. Nr. 10 und 11.

2) Dass ich hier nur ganz kurz über die Bedeutung der Mineralstoffe für den menschlichen Organismus berichten konnte, ist erklärlich und ebenso auch verständlich, dass diese Zeilen auf Vollständigkeit nur in sehr bescheidenem Maasse Anspruch machen können. Es erschien mir aber geboten, den Analysenresultaten diese kurzen Bemerkungen vorauszuschicken.

3) Hierbei kann man direct nach den Methoden, die zur Untersuchung von Mineralwässern angegeben werden und bei Fresenius, Quantitative Analyse II, Seite 153—240 ausführlich beschrieben sind, verfahren.



Lösung, sowie den Rückstand getrennt untersuchen. — Der in HCl unlösliche Rückstand wird wohl in der Hauptsache aus SiO_2-verbindungen bestehen, und kann man die SiO_2 eventuell auf ihre Reinheit (Lösen in Na_2CO_3, NaOH oder HFl) prüfen. Das Hauptinteresse wird aber immer die salzsaure Lösung beanspruchen, und es sei hier gleich bemerkt, dass es in den meisten Fällen genügen wird, nur diese zu untersuchen. —

Im Nachfolgenden verweise ich kurz auf einige Verfahren, die es gestatten, eine möglichst eingehende Untersuchung, unter Anwendung geringer Mengen von Substanz, auszuführen.[1])

5—10 g werden mit 25—50 ccm reiner HCl gekocht, nach dem Erkalten und Absetzen des unlöslichen Theiles durch ein ausgewaschenes Filter filtrirt, das Filter mit destillirtem Wasser sorgfältig ausgewaschen, dann auf 250 resp. 500 ccm aufgefüllt.

50 resp. 100 ccm dieser Lösung werden in bekannter Weise mit $BaCl_2$ gefällt. Der $BaSO_4$ wird, falls viel Fe mitgerissen war (was sehr leicht passiren kann), mit reinem Na_2CO_3[2]) geschmolzen, die Schmelze mit H_2O ausgelaugt, die Lösung mit HCl versetzt, bis sie stark sauer ist, dann aufgekocht und mit $BaCl_2$ nochmals gefällt, wobei man in der Regel genügend reinen $BaSO_4$ erhält.

Im Filtrat werden dann K und Na als Chloride bestimmt und wie üblich getrennt.

Ca, Mg, Fe, Al, P_2O_5. 50 ccm resp. 100 ccm der salzsauren Lösung werden vorsichtig mit Ammoniak und essigsaurem Ammon versetzt, mit Essigsäure angesäuert, erwärmt. Niederschlag = Phosphate des Eisens und Aluminiums, eventuell Mangan. Im Filtrat können Ca und Mg[3]) nach bekannten Methoden bestimmt werden.

1) Ich führe hier nur das an, was bei der Beschreibung der chemischen Untersuchungsmethoden von Kindernahrungsmitteln (s. meinen Aufsatz über Kindernahrungsmittel, Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, Heft 2) nicht angegeben ist.

2) Wobei das Fe abgeschieden wird.

3) Ist reichlich Phosphorsäure vorhanden, so genügt ein Zusatz von Ammoniak (zum Filtrat von Kalk), um die Magnesia abzuscheiden (in der Kälte).

Der Niederschlag (Phosphate des Fe und Aluminiums) wird in HCl gelöst, Weinsäure und Ammoniak, sowie Schwefelammonium im Ueberschuss hinzugegeben, am warmen Ort stehen gelassen, bis Flüssigkeit gelb. Niederschlag-Fe und Mn (in Lösung — Aluminium) wird in HCl gelöst, mit Chlor oxydirt, mit NaOH neutralisirt, mit Natriumacetat gekocht; der hierbei erhaltene Niederschlag wird in HCl gelöst, mit HNO_3 oxydirt, mit NH_4OH gefällt, geglüht, gewogen = Fe_2O_3 (Trenuung von Eisen und Mangan). Das Mangan wird in dem von Fe (durch Natriumacet) befreiten Filtrat, nach Zusatz von Natriumcarbonatlösung, in bekannter Weise als Mn_3O_4 bestimmt.

Zur Bestimmung des Aluminiums wird das schwefelammonhaltige Filtrat in einer Platinschale eingedampft; Zusatz von Na_2CO_3, bis kein Ammoniak mehr frei wird, trocknen; — die trockene Masse mit Salpeter schmelzen, in H_2O lösen, mit HCl versetzen, erwärmen, filtriren. Filtrat mit Ammoniak neutralisiren, dann in schwach essigsaurer Lösung das Aluminium mit Natriumphosphat als $Al_2P_2O_8$ fällen.

Man kann auch in der salzsauren Lösung durch Ammoniak Fe, P_2O_5 u. Al fällen und zusammen wägen, (A); in einer anderen Probe die P_2O_5 (a) bestimmen (Molybdanlösung, Magnesiamixtur) und in einer dritten das Fe (b) titrimetrisch: Lösen des Niederschlages in Schwefelsäure, Reduction durch metall. Zink, Bestimmung des Fe mit Kaliumpermanganat. Zieht man nun von A a + b ab, so erhält man die Menge des Aluminiums. — Oder man giesst zur Trennung des Fe von Aluminium die salzsaure Lösung in überschüssige, erwärmte Kalilauge[1]), dann bleiben in Lösung: Aluminium u. P_2O_5, Eisenoxydhydrat fällt aus. — Auswaschen, Trocknen, Glühen und Wägen des erhaltenen Niederschlages (Fe_2O_3). — Die beiden letzten Methoden haben mir bei zahlreichen Bodenanalysen stets gute Resultate geliefert.

1) $Fe_2Cl_6 + 6\ KOH = Fe_2(OH)_6 + 6\ KCl$. $Fe_2(OH)_6 - 3\ H_2O$ = Fe_2O_3.

Das Chlor kann man entweder in dem Wasserauszuge[1]) (Titrieren mit $Ag.NO_3$ nach Mohr) bestimmen, oder man verbindet diese Bestimmung mit der CO_2-Bestimmung, indem man in dem ursprünglichen Salze, durch Austreiben mit reiner (chlorfreier) HNO_3 die CO_2 nach Fresenius[2]) bestimmt.

SiO_2 wird aus der salzsauren Lösung in bekannter Weise abgeschieden. Will man die in NaOH lösliche SiO_2 bestimmen, so wäre ein Auskochen mit schwacher Natronlauge vorzunehmen.

Jetzt nur noch wenige Bemerkungen über die Untersuchung von Präparaten, welche dem Lahmann'schen gleichkommen.

Ausser den gewöhnlich zu bestimmenden Bestandtheilen (Kohlenhydrate, Eiweissstoffe, Asche etc.), deren Ausführung nach Lehmann[3]) zu geschehen hat, kommen hier noch in Betracht: die Bestimmung der Gesammtacidität, der flüchtigen und fixen organischen Säuren, der Gerbstoffe, des Kupfers.

Die Bestimmung der Gesammtacidität hat nach dem von Lehmann[4]) für Brod angegebenen, sehr bequemen Verfahren zu geschehen und kann in cm N-Lauge (in Procenten) ausgedrückt werden. — Man wird dann aber auch eine Bestimmung der flüchtigen Säuren vornehmen müssen und dabei nach Landmann (Destillation mit Wasserdämpfen[5]) zu verfahren haben. Die flüchtigen Säuren können als Essigsäure berechnet werden, wogegen die fixe Acidität sowohl durch nicht flüchtige, organische Säuren, als auch durch sauer reagirende Salze bedingt sein kann.

Zur Bestimmung des Gerbstoffs kann ich das Fällen mit einer 5 bis 10proz. Kupferacetatlösung (das Verfahren rührt, glaube ich, ursprünglich von Fleck her) empfehlen, da ich bei zahlreichen Theeuntersuchungen Gelegenheit hatte, mich von der Zweck-

1) Nach sorgfältiger Neutralisation mit reiner (chlorfreier) HNO_3, falls alkalische Reaction vorlag.

2) Fresenius, Quant. Analyse, Bd. 1, Seite 146.

3) Die Methoden der praktischen Hygiene.

4) Ibidem, Seite 378.

5) Lehmann, a. a. O., Seite 254.

mässigkeit dieses einfachen Verfahrens zu überzeugen[1]) — (1,0 CuO = 1,305 Tannin).

Indem ich jetzt zur Beschreibung der untersuchten Präparate und Mittheilung der Analysenresultate übergehe, will ich bemerken, dass ich nur drei Präparate untersucht habe. Anfangs stiess ich bei der Beschaffung des Analysenmaterials auf Schwierigkeiten, denn einige von den Fabrikanten unterliessen es, trotz mehrfacher Anfrage, mir ihre Präparate zur Untersuchung zu schicken; späterhin habe ich es selbst unterlassen, besondere Bemühungen in dieser Beziehung anzustellen, da sich mir immer mehr und mehr die Ueberzeugung aufdrängte, dass es sich auch hier (ganz wie bei den Kindernahrungsmitteln) in den allermeisten Fällen nur um Reklame handeln könne. —

Nährsalz von Rudolf Gericke.[2])

Das Präparat stellt ein hellgraues, fast geruchloses, ziemlich feines und sehr leichtes Pulver dar, in welchem man hie und da kleine Körnchen (von weisser und schwarz-grauer Farbe) unterscheiden kann. Es hat einen deutlich salzigen, dabei etwas laugenhaften und metallischen Geschmack. Mit Wasser angerührt, giebt es eine milchige Flüssigkeit, in welcher sich bald ein recht bedeutender Bodensatz bildet. Der wässrige Auszug zeigt gegen neutrales Lakmuspapier (Azolithmin) deutliche alcalische Reaction, verändert sich beim Kochen in keiner Weise, abgesehen von einer mässigen Gasentwicklung (CO_2), die dabei stattfindet.

Auf Zusatz von HCl findet eine sehr energische Gasentwicklung statt, die oben erwähnten weissen und schwarzen Körnchen lösen sich fast ganz, und es resultirt eine mehr oder

1) Wer noch eingehender dergleichen Präparate prüfen will, wird in Dragendorff's vorzüglichem Buche »Die qualitative und quantitative Analyse von Pflanzen und Pflanzentheilen« alles Nöthige in klarer Darstellung finden. —

2) Dieses Präparat wurde mir von Herrn Rudolf Gericke (auf meine Bitte) zur Untersuchung übersandt.

weniger grünlich verfärbte Flüssigkeit, in der sich alsbald ein gleichmässiger Niederschlag von graubrauner Farbe absetzt. — Beim Erhitzen auf Platinblech nimmt das Pulver braunrothe Farbe an, und es entweichen Gase (CO_2). — Die gut gemischte Probe ergab folgende Resultate:

Feuchtigkeit	5,87 %
In HCl (1,12) lösliche Bestandtheile	68,08 »
In HCl unlösl. »	31,92 » [1]
In H_2O lösliche Bestandtheile	58,94 »
In H_2O unlösliche »	41,06 »
Verlust beim Glühen der trocknen Substanz	6,21 » [2]
K_2O	2,255 »
Na_2O	17,17 »
CaO	8,30 »
MgO	0,230 »
$FePO_4$	2,98 »
Cl_2	18,51 »
SO_3	3,29 »
P_2O_5	3,28 »
SiO_2, lösl. in HCl. conc. u. Na_2CO_3	18,73 » [3]
Unlösl. SiO_2 + Sand	13,22 »
Mangan	Spuren
Fluor	»

Wenn wir diese Zahlen überblicken, so kann kein Zweifel darüber bestehen, dass wir es hier mit einem Präparate zu thun haben, das in der Hauptsache aus Chlornatrium, doppeltkohlensaurem Natron, phosphor- und kohlensaurem Kalk, sowie

1) Bei einer zweiten Bestimmung (längeres Kochen) war der unlösliche Rückstand nur gleich 30,86 %. Die Differenz wird allerdings auch durch den beigemengten Sand bedingt. — Der in HCl unlösliche Theil stellte ein fast schneeweisses (leicht fleischfarbenes) Pulver dar, das Sand enthielt und sich weder in kochender Na_2CO_3-Lösung noch in schwacher Natronlauge ganz auflöste.

2) Chloride, CO_2.

3) SiO_2, löslich in HCl allein = 8,51 %.

schwefelsaurem Kali, schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Eisenoxydul besteht.[1])

Es ist ja nicht zu leugnen, dass die Vertheilung der verschiedenen Salze vielleicht eine etwas andere sein kann. So ist es leicht möglich, sogar wahrscheinlich, dass das Fe als $Fe_2(PO_4)_2$ vorhanden war, ferner ein Theil des Kalis vielleicht als K_2HPO_4. Wie dem auch sei, jedenfalls ist daran nicht zu zweifeln, dass das Präparat hauptsächlich aus Kochsalz, doppeltkohlensaurem Natron, phosphorsaurem und kohlensaurem Kalk besteht und verhältnissmässig viel Kieselsäure enthält. Sonderbar, sogar etwas befremdend ist es, dass das Präparat auch Reactionen auf Mangan und Fluor giebt. Wenn nun auch das Fluor als constanter Bestandtheil der Knochen- und Zahnsubstanz angesehen werden kann, so ist dies doch mit dem Mangan durchaus nicht der Fall, das sich nur hin und wieder in der Asche des Blutes und der Galle findet. Jedenfalls ist es zu weit gegangen, wenn man auch diese Bestandtheile zu einem »Nährsalze« hinzugegeben hat. —

Das Nährsalz von Gericke ist, wie in dem beigelegten Flugblatte angegeben, auf Anrathen eines der »ersten Autoritäten auf dem medicinischen Gebiete« und nach dessen Vorschrift angefertigt. Obgleich die Worte jener »Autorität« in Anführungszeichen stehen, so muss ich es doch entschieden unterlassen, dieselben hier wiederzugeben, da dort vom »Schützen des Blutes gegen Fäulniss und Zerfall« und dergleichen mehr geredet wird. Nur auf eins muss ich, im Interesse der Wahrheit, hinweisen. Im betreffenden Flugblatte findet sich der Passus: »es (das Salz) enthält sämmtliche im gesunden Blute enthaltenen

1) Die Zusammensetzung könnte man sich etwa so denken:

$NaCl$	= 29,99 %	Wasser	= 5,87 %
$NaHCO_3$	= 15,41 %	Unlöslich in HCl	= 31,39 %
$Ca_3(PO_4)_2$	= 7,17 %	Zusammen	103,66 %
$CaCO_3$	= 8,95 %	Ab O_2 für Cl_2	= 4,17 %
K_2SO_4	= 4,19 %		99,49 %
$MgSO_4$	= 0,69 %	Mangan Fluor etc.	0,51 %
			100,00 %

Nährsalze genau in der wissenschaftlich feststehenden Zusammensetzung«. Dass davon auch nicht im Entferntesten die Rede sein kann, wird jedem klar sein, der sich dessen bewusst ist, dass wir auch durch die allergenaueste und sorgfältigste Analyse nur einen annähernd richtigen Einblick in die Zusammensetzung der Mineralstoffe im Blute etc. bekommen können. — Das Nährsalz wird von R. Gericke zur Herstellung von »Nährsalz-Zwieback« und »Kraftzwieback« benützt, welch' letztere Präparate ich auch untersucht habe.[1]) So sehr ich, im Interesse der Wahrheit, gegen einige unrichtige und der Wahrheit nicht entsprechende Angaben mich auflehnen musste, so kann ich aber auch mein volles Lob diesen beiden Präparaten spenden und schon an dieser Stelle bemerken, dass dieselben wirklich als geeignete »Zufütterung« empfohlen werden können.[2]) Umsomehr ist es befremdend, dass auch ein reelles Geschäft, wie Rudolf Gericke, sich zu solchen, der Wahrheit nicht entsprechenden Anpreisungen hinreissen lässt, die, wenn sie wirklich von einem Arzte zusammengestellt (wie im Flugblatte angegeben, von einer »Autorität«), demselben nur ein testimonium paupertatis ausstellen. Schliesslich bemerke ich noch ausdrücklich, dass das »Nährsalz von Rudolf Gericke nicht im Handel zu bekommen ist und mir vom Fabrikanten selbst übersandt wurde.

Dr. med. Lahmann's Pflanzennährsalzextract.

Dieses Präparat habe ich in den Kreis meiner Untersuchungen nicht nur deshalb gezogen, weil es als Zusatz zu den Kindermehlen etc. bei der Säuglings-Ernährung gepriesen wird, sondern weil dem Präparate überhaupt wunderbare Eigenschaften von dem Erfinder (Dr. Lahmann) und den Fabrikanten zugeschrieben werden. — Sehr interessirte mich ein Aufsatz des Dr. Lahmann[3]) über die Bedeutung der Nährsalze für die

1) Die Resultate sind auf Seite 141, 151—152 mitgetheilt.

2) Soweit man darüber auf Grund der chemischen Zusammensetzung urtheilen kann und darf.

3) Dr. med. Lahmann's Nährsalztheorie im Lichte ihrer praktischen Anwendung. Kölner Verlagsanstalt und Druckerei.

Ernährung. Ich muss aber gestehen, dass ich schon nach sehr kurzer Lectüre die Ueberzeugung gewann, dass in dem Aufsatz nur insofern von den Nährsalzen die Rede war, als Dr. Lahmann die von ihm angegebene Form des »Nährsalzextractes« empfiehlt. — Wenn man auch nicht ohne Weiteres zugeben möchte, dass die Ernährungsphysiologie zur Zeit »in einer Krise begriffen« ist,[1]) wie es Dr. Lahmann meint, so wird man aber gern dem Verfasser des obengenannten Aufsatzes darin beistimmen, dass es viele Ernährungsstörungen giebt, die theoretisch noch nicht genügend beleuchtet sind; man wird ihm ferner zugeben, dass den Mineralstoffen in der Oeconomie des Organismus eine gewisse — durchaus nicht zu unterschätzende — Bedeutung zukommt und es dankend anerkennen, dass er darauf mit Nachdruck aufmerksam macht. Wenn aber Dr. Lahmann, ohne den genügenden Beweis dafür erbracht zu haben, behauptet, dass die Kulturvölker zu wenig Natron und Kalk in ihren Speisen zu sich nehmen,[2]) und ferner, kategorisch ausspricht, dass die so verbreitete Anämie mit Eisenmangel nichts zu thun habe, sondern „dass sie sich aus der mangelhaften Kohlensäureausscheidung mangels genügender Mengen von basisch phosphor- und kohlensaurem **Natron** erkläre“, so wird er jedenfalls nicht wenig Gegner finden. — Gern wird man Lahmann beistimmen, wenn er räth, die Gemüse und das Obst nicht zu vernachlässigen und auf den reichen Gehalt derselben an Mineralstoffen hinweisst. Merkwürdig aber muss man es finden, wenn Lahmann ohne Weiteres das Richtige und Gute in einem, nach seinen Angaben hergestellten »Nährsalzextract« findet und diesem Präparat die weitgehendste Bedeutung zuschreibt. Ich muss gestehen, dass ich durch eine so leichte Erledigung wissenschaftlicher und schwieriger Fragen und durch solche Belehrungen des Autors, wo jede Zeile pro domo geschrieben ist, nicht gerade angenehm berührt war und keine

1) Lahmann, a. a. O., Seite 3.
2) Idem, a. a. O., Seite 5.

weiteren »Belehrungen« in seinem Buche »Dr. Lahmann's diätetische Blutentmischung« gesucht habe. —

Wenn Lahmann so sehr die falsche Zubereitung der Gemüse in der Küche verdammt und dem Umstand, dass das erste Wasser beim Kochen der Gemüse fast immer fortgegossen wird, so grossen Werth beilegt, so hat er auch hierin nur zum Theil Recht.

Es sei hier nur daran erinnert, dass bei den Kohlarten wohl immer das erste Kochwasser (wegen der unangenehm scharf riechenden und schmeckenden Substanzen) fortgegossen werden muss. Richtig ist es ja, dass beim Kochen der Gemüse ein beträchtlicher Theil der Nährstoffe (sit venia verbo) in das Absudwasser übergeht[1]). Wo man dieses vermeiden will, kann man ja den heissen Dampf zum Kochen verwenden und braucht durchaus noch nicht zu Lahmann's »Nährsalzextract« zu greifen. Zudem ist ja doch bekannt, dass die Gemüse, Kräuter, Salate etc. der Hauptsache nach nur wegen des Gehalts an Genussstoffen (scharf riechende und schmeckende Substanzen) genossen werden und nicht des Nährwerthes halber[2]), der bei denselben, wie Rubner's[3]) Versuche z. B. am Wirsingkohl und den Schnittbohnen gezeigt haben, im Allgemeinen ein recht mittelmässiger ist.

Ich habe durchaus nicht die Absicht, den Kreis der Consumenten des Lahmann'schen »Nährsalzextractes« zu verringern; denn schwerlich werden diese Zeilen soweit dringen. Ich möchte aber doch darauf hingewiesen haben, dass man schon a priori sagen kann, dass dem »Nährsalzextract« der Werth nicht zukommt, den der Erfinder ihm zuschreibt. Die Gemüse etc. haben, wie schon bemerkt, doch nur den Werth der Genussmittel, und ob als solches der Lahmann'sche Extract auf die Dauer behagen wird, möchte ich bezweifeln, denn noch viel

---

1) Nach König gehen ca. 9 % der Nährstoffe beim Kochen von frischem Gemüse in's Absudwasser über.

2) Hauptsache — Kothbildner; zusagender Geschmack, geben der Nahrung das Volumen.

3) Zeitschrift für Biologie, Bd. 15, Seite 150.

weniger als eine »Bouillonkapsel« eine Tasse frisch bereiteter Bouillon zu ersetzen vermag, kann, nach unserer Ansicht, eine Messerspitze von dem Lahmann'schen Extract frisches Gemüse ersetzen!

Dieses Präparat scheint mir nur solange für den Consumenten von Werth, als derselbe an die heilsame Wirkung der in demselben enthaltenen »Nährsalze« glaubt. Wie weit aber letztere in Lahmann's Präparat in zweckentsprechender Form vorhanden, ist bisher weder von Lahmann, noch von Anderen bewiesen. Soweit theoretische Erwägungen und Berücksichtigung der Analysenresultate hier am Platze sind, kann man wohl annehmen, dass dieser Extract ein Conglomerat der in den verschiedenen Gemüsen etc. enthaltenen Stoffe (aus denen er sich zusammensetzt) darstellt, und es ist nicht einzusehen, woher die von Lahmann so hervorgehobene, specifische Wirkung stammen sollte. —

Eigenschaften und Zusammensetzung des Lahmann'schen „Nährsalzextractes".

In einer mit Papier verklebten Porzellanbüchse findet sich ein schwarzer, zäher Extract von angenehmem Geruch (frisch gebackenes Brod, getrocknetes Gemüse) und recht saurem Geschmack (Fruchtsäuren, Pulpa Tamarindorum). In heissem Wasser löst sich der Extract auf, setzt aber beim Stehen einen sehr bedeutenden Bodensatz ab. — Die Lösung filtrirt nur sehr schlecht. Mit heissem Wasser und in grösserer Menge gekocht, verliert der Extract viel Gase, die zum Theil an H_2S erinnern und die Reaction für Mercaptane geben. —

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

Wasser . . . . 22,74 %
Mineralstoffe . . . . 13,38 %[1]), davon in
HCl löslich . . . . 98,03 %, unlöslich in

1) Die Asche reagirte sehr stark alkalisch und gab, mit HCl übergossen, sehr starke CO_2-Entwicklung

HCl	1,97 % [1]
K_2O	4,03 %
Na_2O	0,705 %
CaO	1,18 %
MgO	0,360 %
Fe_2O_3	0,302 %
Cl_2	1,272 %
SO_3	0,83 %
P_2O_5	0,79 %
Kupfer	0,0107 % [2]
Gesammt-Acidität	109,3cc N. NaOH [3]
Flüchtige Säuren (CH_3-COOH)	4,95 N. NaOH
Fixe Säuren	104,35 N. NaOH
Gerbstoffe (durch Kupferacetat füllbar)	12,87 % [4]
Stickstoff (N_2)	1,083 % [5]
Stickstofffreie, organische Bestandtheile	36,92 %.

Aus den Resultaten der chemischen Analyse allein lässt sich wohl kaum auf die Natur des vorliegenden Präparates schliessen. Wenn wir uns aber erinnern, dass das Präparat beim Kochen mit Wasser einen specifischen, sehr an gewisse Gemüse erinnernden Geruch verbreitet (H_2S, Mercaptane) und auch in gewöhnlichem Zustande den Geruch von getrocknetem Gemüse aufweist, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass hier ein eingedampfter Extract von verschiedenen Gemüsen vorliegt.

Die grosse Gesammtacidität lässt sodann auch darauf schliessen, dass diesem Extract gewisse Obstsorten (aller Wahrscheinlichkeit nach Aepfel) zugesetzt sind.

---

1) In Wasser unlöslich — 7,22 %, darin 17,9 % Salze (hauptsächlich Fe und Sand).

2) Nach Lehmann (Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, Seite 1 u. ff.) bestimmt.

3) = 7,32 % Aepfelsäure.

4) In der filtrirten Lösung nur 9,03 %.

5) = 6,77 Protëin; eigentlich nicht richtig, da gerade in den Gemüsearten viel Nicht-Eiweissverbindungen vorhanden. König, op. cit., Bd. II, Seite 652.

Aus welchen Gemüsearten der betreffende Extract hergestellt ist[1], lässt sich allerdings schwer sagen, immerhin kann man mit einiger Sicherheit annehmen, dass Gemüse aus der Familie der Cruciferen auch mit verwendet wurden (H_2S — Mercaptane).

Bemerkenswerth ist der hohe Kupfergehalt dieses Präparates[2]. Derselbe wird wohl nur zum Theil seine Erklärung in dem Kupfergehalte der verwendeten Gemüse finden und in der Hauptsache darauf zurückzuführen sein, dass beim Eindampfen des Extractes, dank der hohen Acidität desselben, Cu aus den Gefässen in Lösung übergegangen sein wird. Eine Beanstandung auf diese Thatsache hin, dürfte wohl nicht angezeigt sein, da der Befund vielleicht nur ein zufälliger gewesen ist und ausserdem der »Nährsalzextract« in so geringen Mengen zur Aufnahme gelangt, dass hier der Kupfergehalt, von sanitärem Standpunkte aus, wohl ohne Belang sein dürfte.[3]

Fassen wir Alles über dieses Präparat Gesagte zusammen, so könnte man sich dahin aussprechen, dass es, obgleich vom sanitären Standpunkt aus nicht zu beanstanden, als Zusatz zu den Kindermehlen etc. (überhaupt bei der Kinderernährung) nicht angewendet werden sollte; denn, wenn wir in solchen Fällen einen Zusatz von Mineralstoffen erreichen wollen, so dürfte solches durch Zusatz des »Nährsalzextractes« von Lahmann wohl schwerlich geboten sein, weil wir uns kaum annähernde Vorstellungen von der Wirkung der in demselben enthaltenen Mineralstoffe und anderen Substanzen machen können, und die Zusammensetzung des Präparates ohne Zweifel eine sehr wechselnde

1) Siehe hierüber: König, die menschl. Nahrungs- und Genussmittel, Bd. II, Seite 816 und Seite 651—669. — Ueber die Darstellung von Gemüseconserven überhaupt siehe König, op. cit., Bd. I, Seite 719 (Anmerkung) und Bd. II, Seite 665—69.

2) Das Cu wurde nach der von Prof. Lehmann ausgearbeiteten, sehr bequemen Methode bestimmt. Was die Ausführung derselben anbetrifft, so ist darüber Lehmann's Arbeit (Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, Seite 1 u. ff.) einzusehen.

3) Uebrigens ist hierüber einzusehen: Beckurt's Jahresbericht über die Fortschritte in der Untersuchung von Nahrungs- und Genussmitteln. 2 Jahrg., Seite 111—12, 3. Jahrg, Seite 107—108.

sein muss und auch vom Fabrikanten (beim besten Willen) nur in sehr bescheidenem Maasse geregelt werden kann. —

Timpe's Milchpulver.

In einer kleinen, rationell mit Gummi verschlossenen Blechbüchse findet sich, sorgfältig in Pergamentpapier eingepackt, ein weisses Pulver vom specifischen Geruch des Pancreatins. Der Geschmack ist sehr süss. In Wasser löst sich das Pulver nicht vollständig (es sinken kleine, gelblich gefärbte Kügelchen zu Boden), und es resultirt eine opalescirende Flüssigkeit von stark alcalischer Reaction. — Mit HCl versetzt, braust das Pulver sehr stark auf (CO_2 entweicht in grosser Menge). Das Pulver ist sehr hygroskopisch und verliert beim Trocknen den specifischen Geruch.

Timpe's Milchpulver (Pancreatinpräparat) besteht, nach den Angaben des Fabrikanten, aus: sterilisirtem Milchzucker, raffin. Zucker, Pancreatin, Pepsin, kohlensauren und phosphorsauren Alkalien und Kalksalzen. Es soll dazu dienen, die Verdauung der Kuhmilch zu erleichtern und so zu einer rationellen künstlichen Kinderernährung beitragen.

Die Analyse der gut gemischten Probe ergab:

Wasser	1,55 % [1])
Stickstoffsubstanzen	2,01 %
Aetherextract	1,20 %
Directe Reduction — Milchzucker	12,20 %
Nach der Inversion — Invertzucker	70,80 %
Gesammtmineralstoffe	10,00 %, davon
in HCl löslich	9,964 %
in HCl unlöslich	0,036 %
Na_2O	3,42 %
K_2O	0,933 %
CaO	0,16 %
MgO	Spuren
Fe_2O_3	0,018 %

1) Die wässerige, filtrirte Lösung hinterliess (nach dem Eindampfen) beim Veraschen 9,78 % Mineralstoffe.

Cl_2	0,563 %
SO_3	0,031 %
P_2O_5	0,126 %
CO_2	2,90 %
Pepsin	vorhanden.
Pancreatin	vorhanden.

Wie aus den Resultaten der chemischen Analyse ersichtlich, haben wir es hier in der That mit einem Gemenge, das in der Hauptsache aus Zucker und Milchzucker besteht, einen Zusatz von Pepsin und Pancreatin erfahren hat und Natr. bicarbonicum, sowie phosphorsauren Kalk und phosphorsaures Kali enthält, zu thun. Wieweit es seinen Zweck erfüllt, darüber haben diesbezügliche Versuche zu entscheiden. Jedenfalls haben den Fabrikanten theoretische Erwägungen bei der Darstellung geleitet. Nur ist es nicht ganz klar, wie Pepsin und Pancreatin nebeneinander wirken sollen in stark alkalischer Lösung. — —

Fassen wir zum Schluss kurz die Ergebnisse dieser Arbeit zusammen, so ist zu sagen, dass keines von den drei untersuchten Präparaten als gesundheitsschädlich bezeichnet werden kann, und dass den Präparaten von Rudolf Gericke und Timpe, falls dieselben in der angegebenen Weise verwendet werden, eine gewisse Bedeutung (allerdings in viel bescheidenerem Maasse, als es die Fabrikanten meinen) bei der künstlichen Kinderernährung nicht abgesprochen werden kann. Was den Lahmann'schen »Nährsalzextract« anbetrifft, so dürfte derselbe sich (aus den oben angeführten Gründen) dazu weniger empfehlen. Wieweit letzteres Präparat aber als Zusatz zu der »vegetabilen Milch« von Lahmann oder dem »Nährsalzcacao« als geeignet zu bezeichnen ist, vermag ich nicht zu entscheiden. Ebenso müssen es weitere Betrachtungen zeigen, inwieweit das genannte Präparat berufen ist, im Sinne der Lahmann'schen Theorie als »Nährsalz« zu wirken. Ich kann in demselben nur ein Conglomerat von den verschiedenartigsten Salzen und Extractivstoffen (welch' letztere sich bei der Bereitung zum Theil zersetzt haben) erblicken, und scheint es

mir, dass in diesem Falle von einem »Nährsalzextract« überhaupt nicht gut die Rede sein kann.[1])

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle Herrn Professor K. B. Lehmann meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen, nicht nur dafür, dass ich während der Ferien in Prof Lehmann's Institut arbeiten konnte, sondern auch für das meinen Arbeiten entgegengebrachte Interesse.

---

1) Auch sei daran erinnert, dass die »Gemüseconserven« immer mehr und mehr aufkommen, und man muss zugeben, dass (dank den technischen Verbesserungen beim Trocknen etc.) durchaus Beachtenswerthes geleistet wird. Worin die besonderen Vortheile des Lahmann'schen »Nährsalzextractes« vor gut getrocknetem Gemüse bestehen, ist nicht einzusehen. —

Weitere Untersuchungen über Kindernahrungsmittel, nebst kurzen Bemerkungen über die mikroskopische und bacteriologische Prüfung derselben.

Von

Dr. **Magnus Blauberg.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Einleitung.

In einer früheren Abhandlung[1]) habe ich Gelegenheit gehabt, Mittheilungen über die Zusammensetzung einiger Kindernahrungsmittel zu machen und daselbst auch die chemischen Untersuchungsmethoden näher besprochen.

Zweck dieser Arbeit ist — das dort angeführte experimentelle Material zu vervollständigen und gleichzeitig kurze Bemerkungen über die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung dieser Präparate zu bringen.

Wenn ich es für nöthig gefunden habe, noch weitere Kindernahrungsmittel zu untersuchen, so bin ich hierbei durchaus nicht von dem Wunsche geleitet worden, etwa alle im Handel vorkommenden Präparate zu analysiren, was auch gar nicht möglich wäre, da sich die Zahl derselben, fast könnte man sagen, tagtäglich vermehrt. Es lag mir vielmehr daran, Surrogate der verschiedensten Categorien untersucht und nachgeprüft zu haben, um die Forderungen, welche vom sanitären Standpunkte aus an diese Producte zu stellen sind und die ich, aus begreiflichen Gründen, in der oben erwähnten Abhandlung nur habe andeuten können, erweitern, resp. näher präcisiren zu können.

1) Dieses Archiv, Bd. XXVII, Seite 119—175.

Wie sehr wir solcher Forderungen, welche die Fabrikation der Kindernahrungsmittel in sanitärer Hinsicht regeln und somit die Interessen der heranwachsenden Generation vertheidigen könnten, bedürfen, ist jedem Arzt nicht unbekannt. Verfehlt, ja unrichtig, wäre es aber, wenn wir diese Forderungen nur auf die Erfahrungen der Praxis stützen wollten. Letztere mag hier, wie in vielen anderen Dingen, der Theorie und Wissenschaft vorausgeeilt sein, aber zur rechten und bleibenden Erkenntniss führen die praktischen Erfahrungen erst dann, wenn sie von der Wissenschaft genügend erklärt und beleuchtet wurden.

Der gewissenhafte Kinderarzt z. B. wird es stets unliebsam empfinden, wenn er ein Präparat wird verordnen müssen, dessen Zusammensetzung ihm nicht genügend bekannt ist, denn das früher so beliebte »item es hilft«, dürfte doch bei dem jetzigen Ausbau des Riesengebäudes der wissenschaftlichen Medicin obsolet geworden sein. —

Möglichst zur Verbreitung richtiger Ansichten über die Bedeutung der zur »künstlichen« Kinderernährung empfohlenen Präparate beizutragen — war ich nach Kräften bemüht, und es erschien mir interessant und lohnend, den einmal betretenen Weg nicht zu verlassen.

Wir müssen nun nolens volens mit der »künstlichen« Kinderernährung rechnen, denn dieselbe ist, man kann es nicht verhehlen, zur Zeit zu einer nicht zu umgehenden Nothwendigkeit — zu einem Uebel, welches wir dulden müssen — geworden. Auch sei gleich hier, im Interesse der Wahrheit, bemerkt, dass es ohne Zweifel Fälle gibt, wo einer rationell eingeleiteten »künstlichen« Kinderernährung, mit zweckmässig zusammengesetzten Surrogaten (als »Beinahrung« oder »Zufütterung«) eine gewisse Bedeutung kaum abgesprochen werden kann. Es sei hierbei nur beispielsweise an die Massenernährung in Findelhäusern, Kinderbewahranstalten und dergl. erinnert.

Dadurch, dass ich diesem Aufsatze Bemerkungen über die mikroscopische und bacteriologische Prüfung der Kindernahrungsmittel beifügte, glaube ich nicht gefehlt zu haben, denn es bedarf heutzutage wohl keiner besonderen Rechtfertigung,

wenn man bei der Untersuchung eines Nahrungs- oder Genussmittels auch zu solchen Prüfungen greift. Im Gegentheil, es könnte uns ein Ausbleiben derselben, besonders bei den Kindernahrungsmitteln, die ja sehr eingehend untersucht werden sollten, befremden. Hierbei darf man sich allerdings nicht verhehlen, dass im gegebenen Falle die genannten Prüfungen, so werthvolle Anhaltspunkte sie auch immer sonst geben mögen, nur ausnahmsweise werden ausschlaggebend sein können. Es darf also nicht verkannt werden, dass die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung der Kindernahrungsmittel in den meisten Fällen als eine werthvolle (manchmal unbedingt nothwendige) Ergänzung der chemischen Analyse anzusehen sein wird, was zum Theil auch auf das Fehlen specieller und eingehender Untersuchungen zurückzuführen wäre.

Kurze Bemerkungen über die mikroskopische und bacteriologische Prüfung der Kindernahrungsmittel.

Was zunächst die mikroskopische Untersuchung der uns interessirenden Präparate anbetrifft, so lässt sich nichts Allgemeingültiges sagen, und es ist nicht zu umgehen, dass die ›Kindermehle‹ und milchhaltigen Surrogate gesondert besprochen werden.

Die mikroskopische Untersuchung der Kindermehle wird in all' den Fällen nicht unterbleiben können, wo es sich um die Feststellung der Natur des betreffenden Mehles, resp. um Ermittelung von den einzelnen Mehlsorten, die in dem zu untersuchenden Präparate als Gemisch vorliegen, handeln wird. Dergleichen Fragen können endgiltig nur auf Grund der mikroskopischen Untersuchung entschieden werden, wenngleich auch die chemische Analyse gewisse Anhaltspunkte dabei liefern kann, soweit wir in dieser Beziehung über geeignetes und zuverlässiges Vergleichsmaterial verfügen.

Die mikroskopische Untersuchung eines Kindermehles wird ferner in manchen Fällen auch da nicht zu umgehen sein, wo wir schon mit genügender Sicherheit aus den Angaben der

chemischen Analyse auf die Natur des betreffenden Surrogates schliessen können. So ist es z. B. nicht schwer, auf Grund gewisser Anhaltspunkte (Geruch, Geschmack) und der Resultate der chemischen Analyse, die Diagnose auf Leguminosenmehl zu stellen. Sollten wir aber die Frage beantworten, welches Leguminosenmehl uns vorliegt, so würden wir ohne die mikroskopische Prüfung nicht weit kommen, da z. B. Bohnen, Erbsen und Linsenmehl in ihrer chemischen Zusammensetzung als wesentlich gleich angesehen werden können. Im gegebenen Falle würde uns die gewöhnliche mikroskopische Untersuchung, d. h. die Untersuchung der Stärkekörner allein ebenfalls wenig nützen, da es wohl leicht ist, die Stärkekörner der Leguminosen von anderen Stärkekörnern zu unterscheiden, aber äusserst schwer, daraufhin die einzelnen Leguminosenmehle unter sich zu differenziren. Wohl aber wird uns die genaue Diagnose dann gelingen, wenn wir die Zellen der Keimblätter genauer untersuchen werden.

Schon aus dem Gesagten geht hervor, dass die mikroskopische Untersuchung der Mehle eine zwiefache sein kann, und darüber sei Folgendes hier gesagt. In sehr vielen Fällen wird man auf Grund der mikroskopischen Prüfung der Stärkekörner (ihrer Grösse, Form etc.) eine Diagnose des fraglichen Mehles stellen können, ja es gibt sogar Fälle, wo man mit genügender Sicherheit aus den mikroskopischen Untersuchungen der Stärkekörner auf eine stattgehabte Verfälschung schliessen kann (Kartoffelmehlzusatz zu Reismehl, Kartoffelmehl zu Buchweizenmehl u. dergl.). Wenn es sich aber um verschiedene Combinationen solcher Mehle handelt, deren Stärkekörner einander sehr ähnlich sehen (und das kann sehr häufig vorkommen, z. B. bei Mischungen von Roggenmehl und Weizenmehl), so wird man charakteristische Gewebselemente der einzelnen, zur Herstellung der Mehle verwendeten Pflanzentheile aufzusuchen haben, und es muss gleich hier bemerkt werden, dass dieser Theil der mikroskopischen Untersuchung unvergleichlich schwieriger ist, als die Prüfung der Stärkekörner und nur von einem in diesen Dingen Geübten ausgeführt werden kann.

Wenngleich ich mir nicht erlauben darf, an dieser Stelle eingehend auf die Ausführung der mikroskopischen Untersuchung von Kindermehlen einzugehen, so seien doch folgende kurze Bemerkungen angeführt.

Es ist unter allen Umständen rathsam, das fragliche Präparat zuerst bei ungefähr 300facher Vergrösserung zu durchmustern, wobei man auf die Form, Grösse etc. der Stärkekörner zu achten hat. Nach dieser »Vorprüfung« schreitet man zur eigentlichen mikroskopischen Untersuchung, zu welchem Zwecke das betreffende Präparat erst »vorbereitet« werden muss. Diese Vorbereitung besteht darin, dass man sich durch wiederholtes Absieben Schalenfragmente, Haare, Stärkeparenchym etc. zu verschaffen sucht, wovon auch im feinsten Mehl immer etwas aufzufinden sein wird. Die erhaltenen Fragmente werden dann verkleistert und verzuckert, was nach dem bei König angegebenen Verfahren geschehen kann. Man lässt in einem Spitzglase absetzen, resp. filtrirt, und untersucht dann den Rückstand unter dem Mikroskope, wobei man auch hier und da mikrochemische und Farben-Reactionen ausführen kann, um in der Diagnose sicher sein zu können.

Der einigermassen Geübte wird sehr leicht verdorbene Präparate erkennen und etwa vorhandene Milben und dergl. nicht übersehen. Unentbehrlich bei solchen Untersuchungen sind die unten angeführten Werke.[1]) —

Was die mikroskopische und bacteriologische Untersuchung der Milch und deren Präparate anbetrifft, so kann ich an dieser Stelle darauf nicht eingehen. Denn die Litteratur darüber ist so

---

1) Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel aus dem Pflanzenreich.

Tsirch u. Oesterle, Anatomischer Atlas der Pharmakognosie und Nahrungsmittelkunde. — Das Wesentlichste findet sich auch bei König, op. cit., Bd. II, Seite 534—585.

Gute Referate über neuere Arbeiten findet man in Beckurt's Jahresberichten. —

Bei der Ausführung der Farbenreactionen leistet Nickel, Die Farbenreactionen etc., gute Dienste.

Ueber mikrochemische Reactionen gibt das bekannte Büchlein von Behrens gute Aufklärung.

gewaltig angewachsen, dass sie wohl nur vom Fachmanne übersehen und kurz wiedergegeben werden kann. Wer sich einen Ueberblick darüber verschaffen will, der sei auf die betreffenden Kapitel bei König[1]) und Munk und Ewald[2]) hingewiesen. Ausführlicheres darüber ist in der Special-Litteratur einzusehen.[3])

Dass eingehende, mikroskopisch-bacteriologische Untersuchungen der Milch, besonders solcher, die zum Zwecke der Kinderernährung (als »Kindermilch«) feilgeboten wird, nöthig werden können, bedarf kaum der Erwähnung. Besondere Beachtung verdient auch der Umstand, dass die käufliche Milch sehr reich an »Schmutztheilen« ist, denn die in Leipzig, Halle, Würzburg, Giessen, Berlin und anderen Städten ausgeführten, diesbezüglichen Untersuchungen haben sehr traurige Zustände aufgedeckt.[4]) —

Der Zusammenhang der Kindercholera z. B. mit den Bacterien, die in verkäuflicher Milch vorkommen und peptonisirende Eigenschaften besitzen, ist erwiesen. Nach den in allerneuester Zeit ausgeführten Untersuchungen von Fawra[5]) sind von den 12 Arten, die Flügge bekanntlich aus der Milch isolirt hat, 6 besonders dadurch wichtig, dass ihre Sporen auch nach 4—5 stündigem Kochen nicht abgetödtet werden!

Die bacteriologische Untersuchung der Mehle überhaupt und der »Kindermehle« im Speciellen ist scheinbar nur sehr selten ausgeführt worden. Denn ausser zwei kleinen Aufsätzen von Bernheim[6]) und einer Arbeit von F. Hoff-

1) König, op. cit., Bd. II.

2) Munk und Ewald, die Ernährung des gesunden und kranken Menschen.

3) Referate über die wichtigsten Arbeiten in der Vierteljahresschrift über die Fortschritte der Chemie der Nahrungs- und Genussmitteln und in Beckurt's Jahresberichten. — Sehr lesenswerth ist der Aufsatz von Dr. Stühler. Thiermedizinische Vorträge. Heft 7.

4) Siehe hierüber: Beckurt's Jahresberichte über die Fortschritte in der Untersuchung der Nahrungs und Genussmittel, Jahrgang 1 bis 4, Artikel Milch.

5) Wratsch, 1896, 17., 1114.

6) Bernheim, Chemiker-Zeitung, 1889, Nr. 13, 31 und 32. (»Ueber Zufütterung bei Brustkindern.«)

Derselbe, Münchener Medicinische Wochenschrift, 1888, Nr. 44 u. 45. »Die parasitären Bacterien der Cerealien.«

mann[1]) konnte ich in der mir zugänglichen Litteratur nichts finden. Von diesen Arbeiten will ich nur kurz über Einiges aus der Arbeit von Bernheim (aus dem hygienischen Institut in Würzburg) berichten.

Bernheim arbeitete mit Getreidemehlen, die er in sterilen Gefässen aus den in vollem Gange befindlichen Apparaten einer Dampfkunstmühle entnahm. Er fand, unter streng bacteriologischen Cautelen, in 1 Milligramm Roggenmehl 100 Schimmelcolonien (meist Aspergillus glaucus), 35 nicht verflüssigende Culturen (Mikrococcen) und 60 verflüssigende Colonien (Stäbchen). 1 Gramm Roggenmehl enthielt also ca. 200000 Keime[2]). — 1 Milligramm Weizenmehl ergab: 13 Schimmelcolonien, 4 rasch verflüssigende Culturen (Kurzstäbchen) und 18 langsam verflüssigende Culturen (Diplococcen). 1 Gramm Weizenmehl enthielt also 35000 Keime. — In 1 Milligramm Maismehl (Polenta) fand derselbe Autor gegen 500 Colonien (zur Hälfte Schimmel-Penicillium glaucum, zur anderen Hälfte kleine, runde Hefespecies), aber keine Bacterien. Erwähnt sei noch, dass Bernheim bei der Untersuchung einer nach Vorschrift aus »Mondamin« (Maismehl) bereiteten Kindersuppe auch nach dem Kochen noch den Bacillus mycoïdes nachweisen konnte.

Die Untersuchungen, welche ich ausgeführt habe, wurden durch folgenden Umstand hervorgerufen. Als ich im November 1895 das Muffler'sche Präparat, welches bekanntlich als steril in den Handel gebracht wird, auf Sterilität untersuchte, konnte ich leider die Angaben des Fabrikanten nicht bestätigen. Deshalb entschloss ich mich, mir verschiedene Proben dieses Surrogates zu verschaffen und dieselben auf ihren Gehalt an Mikroorganismen zu untersuchen (siehe Tabelle II und III Seite 144), wobei die früheren Beobachtungen bestätigt wurden. Sodann habe ich auch einige andere Surrogate auf den Keimgehalt geprüft.

---

1) Wie gross ist die Zahl der Mikroorganismen auf dem Getreide etc.? Wochenschrift für Brauerei, 1896, 1153. Citirt nach Chemiker-Zeitung, 1896, Nr. 98.

2) Die von J. Hoffmann, a. a. O., für Gerste, Weizen, Hafer und Roggen gefundenen Zahlen sind noch bedeutend höher.

Was die Methodik dieser Untersuchungen anbetrifft, so kann ich mich hier wohl kurz fassen, ohne auf die Details der Schulbacteriologie einzugehen.

Mit einem geaichten Platinlöffel wurden, unter streng bacteriologischen Cautelen, bestimmte Mengen der zu untersuchenden Präparate aus den rasch geöffneten Büchsen entnommen und sodann in Kölbchen, die mit einer bekannten Menge sterilen Wassers beschickt waren, gebracht. Durch kräftiges Schütteln wurde dann eine möglichst gleichmässige Suspension des Präparates bewirkt[1]) und von 0,1, 0,5 und 1,00 ccm dieser 0,5—1 proc. Mischung Platten gegossen. Von jeder Probe wurden 6 Platten (3 Gelatine- und 3 Agar-Agarplatten) gegossen; ausserdem wurden immer je zwei Röhrchen steriler Milch, Gelatine- und Zucker-Agar-Agar mit etwas der ursprünglichen Substanz beschickt, um so auf Gasbildung, Milchcoagulation u. s. w. achten zu können.

Die Platten wurden bei entsprechender Temperatur (Gelatine bei 22°, Agar-Agar bei 37°) im Thermostat aufbewahrt und an drei aufeinanderfolgenden Tagen in üblicher Weise gezählt und die gewachsenen Colonien untersucht.[2])

Einige Bemerkungen über die Bedeutung der chemischen Analyse bei der Beurtheilung von Kindernahrungsmitteln.

In meiner ersten Abhandlung über Kindernahrungsmittel[3]) habe ich kurz auf die Bedeutung der chemischen Analyse bei der Beurtheilung dieser Präparate hingewiesen und auch versucht, etwas näher die Bedeutung, welche den einzelnen Bestandtheilen dabei zukommt, zu erörtern. An dieser Stelle möchte ich auf diese Fragen zurückkommen, ohne sie aber, wie ich gleich hier bemerken will, endgiltig zu erledigen.

---

1) Das Verreiben mit sterilem Milchzucker oder das directe Hineinbringen der Substanz in den Nährboden finde ich weder bequemer, noch genauer, da, besonders im letzten Falle, das Mehl sehr leicht zusammenbackt. —

2) Beim Plattengiessen, Zählen und Diagnosticiren der gewachsenen Colonien bin ich von meinem Freunde Dr. Neumann, Assistent am hyg. Institut in Würzburg, auf's Liebenswürdigste unterstützt worden, was ich dankend hervorhebe. —

3) Dieses Archiv, Bd. XXVII, Seite 168—175.

Es unterliegt durchaus keinem Zweifel, dass eine eingehende chemische Untersuchung gerade bei den Kindernahrungsmitteln von grösster Wichtigkeit ist. Denn die fehlerhafte Zusammensetzung, welche diese Präparate nicht selten aufweisen, lässt sich nur auf diesem Wege mit genügender Sicherheit constatiren. Desgleichen können wir, besonders wenn wir noch die mikroskopische Untersuchung zu Hilfe nehmen, auch auf etwa stattgehabte Fälschungen, Verdorbensein etc. hinweisen. —

Was die einzelnen Bestandtheile dieser Präparate anbetrifft, so haben wir in der Menge der löslichen und unlöslichen Kohlenhydrate, dem Gehalte an Mineralstoffen überhaupt und den einzelnen Aschebestandtheilen insbesondere nicht zu unterschätzende Kriterien. Ferner gibt uns der Gehalt an Cellulose und Fett gewisse werthvolle Hinweise bei der Beurtheilung des Werthes dieser Surrogate. Wir können, kurz gesagt, uns auf Grund der eingehenden chemischen und mikroskopischen Untersuchung der Kindernahrungsmittel einen richtigen Einblick in die jeweilige Zusammensetzung derselben verschaffen und auch auf grobe sanitäre Schädigungen hinweisen. Dagegen ist es unmöglich, auf Grund solcher Untersuchungen mit genügender Sicherheit auf den eigentlichen Werth hinzuweisen, welchen die einzelnen Präparate beanspruchen können. Soll das geschehen, — und dieser Theil der Frage ist ohne Zweifel von der grössten Bedeutung — so muss die gewöhnliche chemische Analyse, nach gewissen Richtungen hin, Ergänzungen, resp. Erweiterungen erfahren. —

Zunächst müssen wir uns einen richtigen Einblick in die »Gesammtkohlenhydrate« und »Stickstoffsubstanzen« zu verschaffen suchen; und dies kann auf zweierlei Weise erreicht werden. Einmal dadurch, dass wir diese Stoffe in ihre Componenten zu zerlegen suchen und uns auf diese Weise, auf Grund rein theoretischer Deductionen, darüber Aufklärung verschaffen, in welchem Grade sie dem Organismus nützlich sein könnten, sodann — und das dürfte der sicherste Weg sein — dadurch, dass wir Stoffwechseluntersuchungen anstellen und sehen, in welcher Weise der Organismus die betreffenden Stoffe in Wirklichkeit ausnützt.

Da nun aber der letztere Weg, besonders bei Kindern, sich als ungemein schwer erweist, so ist man genöthigt, zu den sogenannten »künstlichen Verdauungsversuchen« zu greifen, bei denen man nach Möglichkeit die dem Organismus abgelauschten Bedingungen in vitro einzuhalten sucht.

Dass die künstlichen Verdauungsversuche ein dürftiges Surrogat des physiologischen Versuches sind, braucht hier wohl kaum betont zu werden, wie aber auch andererseits ohne Weiteres klar ist, dass wir zu diesem Surrogate doch greifen müssen, da wir eben nicht in der Lage sind, zahlreiche Stoffwechseluntersuchungen an Kindern auszuführen.

Besonders werden wir in solchen Fällen zu diesen Versuchen veranlasst, wo es gilt, zwei in der chemischen Zusammensetzung gleiche oder sehr nah verwandte Surrogate auf ihren »Nährwerth« zu prüfen.

Der Fehler, der bei dergleichen Untersuchungen unterläuft, dürfte hierbei wenig in Betracht kommen, da es sich eben nur um vergleichende Untersuchungen handelt und der Fehler, bei anderen gleichen Bedingungen, doch als mehr oder weniger constant betrachtet werden kann. Ausserdem sind ja auch jetzt die Verhältnisse, die im kindlichen Organismus vorliegen, dank den eifrigen Bemühungen vieler hervorragender Forscher, im Wesentlichen geklärt.

Soll daher chemischen Analysen von Kindernahrungsmitteln wissenschaftlicher Werth nicht abgesprochen werden, so haben dieselben, meiner Ansicht nach, die oben erwähnte Ergänzung zu erfahren. — —

Bis jetzt habe ich hauptsächlich nur den einen Theil der mir gestellten Frage erledigt — eine möglichst grössere Anzahl der verschiedenartigsten Kindernahrungsmittel einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen.

Eine weitere Abhandlung wird über den »Nährwerth« der untersuchten Präparate Aufklärung geben und so zur Beantwortung der Frage, die sich ohne Zweifel dem geneigten Leser schon aufgedrängt hat, »welches von den untersuchten Surrogaten verdient den Vorzug?« insoweit beitragen, inwieweit es überhaupt

möglich ist, solche Fragen auf Grund der chemischen Analyse und der »Verdauungsversuche« zu beantworten.

Zu einer Differenzirung der verschiedenen Kohlenhydrate bei der chemischen Untersuchung der Kindernahrungsmittel hat mich die Voraussetzung geführt, dass die chemische Analyse in dieser Hinsicht vielleicht die »Verdauungsversuche« bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen vermag. Was aber die Trennung der Stickstoffsubstanzen anbetrifft, so habe ich mich dazu nicht verleiten lassen, weil die zu diesem Zwecke angegebenen Methoden meistentheils noch sehr unvollkommen sind.

Die künstlichen »Verdauungsversuche« (die aus Gründen, welche ich hier nicht zu erörtern brauche, noch nicht zum Abschluss gekommen sind) werden annähernd darüber aufklären, wie die in den bis jetzt untersuchten Kindernahrungsmitteln enthaltenen Stickstoffsubstanzen und Kohlenhydrate vom kindlichen Organismus ausgenützt werden und wenigstens einen, wenn auch groben Vergleich der verschiedenen Surrogate nach dieser Richtung hin gestatten.

Was die Bedeutung der verschiedenen Mineralbestandtheile in den Kindernahrungsmitteln für den wachsenden Organismus anbetrifft, so werde ich auch nach dieser Richtung hin die Antwort nicht schuldig bleiben. Um aber hier nicht nur Altes zu bringen und so manches Fehlerhafte, das sich wie eine ewige Seuche von Buch zu Buch schleicht, zu wiederholen, mussten auch nach dieser Richtung hin gewisse orientirende Versuche angestellt werden. Daher bin ich schon seit einigen Monaten im Hygienischen Institut zu Berlin damit beschäftigt, die Entleerungen von natürlich und künstlich ernährten Säuglingen möglichst eingehend und mit voller Berücksichtigung aller in denselben vorkommenden Mineralstoffe zu analysiren, um so einen Einblick in den Mineralstoffwechsel bei Säuglingen zu erlangen.[1]) —

Ich verhehle mir durchaus nicht, dass weder meine künstlichen Verdauungsversuche, noch die eingehenden Analysen der

1) Siehe hierüber: Meine Inauguraldissertation »Ueber die Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces bei natürlicher und künstlicher Ernährung während der ersten Lebenswoche«, und meine Monographie »Experimentelle und kritische Studien über Säuglingsfäces«. Berlin, Hirschwald.

Fäces von Säuglingen die schwierige Frage, welche ich mir gestellt habe, endgiltig entscheiden werden. Dazu gehören noch zahlreichere und umfangreichere Untersuchungen. Dessen aber bin ich ganz gewiss, dass diese Einzelheiten und Ergänzungen der chemischen Analyse es mir erleichtern werden, die untersuchten Surrogate objectiver in ihrem Werthe zu beurtheilen, als es bis jetzt oft geschehen ist. —

Es ist ja leicht möglich, dass Mancher in der Art und Weise, in welcher ich der mir gestellten Aufgabe gerecht zu werden suche, eine gewisse Breite erblicken wird und die hier und da zu Tage tretende Vorsicht bei der Beurtheilung der Resultate wird verwerfen wollen. Mir jedoch scheint es, dass man bei Fragen, die, wie die künstliche Kinderernährung so tief und verhängnissvoll ins tägliche Leben eingreifen, nie zu breit in seinen Untersuchungen werden kann; auch kann man nie genügend vorsichtig in der Deutung der erhaltenen Resultate sein, weil die Fabrikanten alle Angaben ausnützen. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in vielen Fällen die Nichtbeachtung des soeben Gesagten dazu geführt hat, dass fast einem jeden der untersuchten Kindernahrungsmittel zahlreiche Belobigungsatteste etc. (nicht selten von Männern, deren Namen sich voller Achtung erfreuen, ausgestellt) beiliegen.

Analysenresultate und deren Besprechung.

Es sind noch 11[1]) weitere Kindernahrungsmittel untersucht worden, die sich den Benennungen nach, wie folgt vertheilen: 2 Cacao-Präparate (Herzcacao und Dr. Michaelis Eichelcacao), 1 Maltoleguminosenmehl, 3 Kindermehle (»lösliche« zum Theil mit Diastase versetzte), 1 Milchpulver; ferner 3 Zwieback-Präparate und schliesslich »Mellins Nahrung«.

Ich schicke hier kurze Bemerkungen über die untersuchten Präparate voraus, soweit dieselben einiges Interesse beanspruchen können.

1. Herzcacao (Gebrüder Stollwerk). In einer mit feinem Wachspapier ausgelegten Blechbüchse findet sich, äusserst

1) Im Ganzen sind (mit den 17 in der ersten Arbeit angeführten Analysen und den 3 »Nährsalzen«) 31 Präparate untersucht worden.

sorgfältig verpackt, gepresster Cacao von der Form eines Herzens; Geruch und Geschmack sehr angenehm.

Die Formen zerfallen in der Hand zu einem ausserordentlich feinen Pulver, das sich mit kaltem Wasser schwer zu einem Brei anrühren lässt. Beim Stehen setzt sich nur ein sehr geringer Bodensatz ab und verbleibt sehr viel in Suspension. — Dieses Präparat zeichnet sich durch einen hohen Feinheitsgrad aus und bietet zudem noch die Vortheile einer leichteren Dosirung.

2. Dr. Michaelis Eichelcacao (Gebrüder Stollwerk). Hellbraunes, äusserst feines Pulver von sehr angenehmem Geschmack (süss und dabei etwas adstringirend). Der Geruch erinnert gleichzeitig an Cacao und gebrannte Eicheln (Gland. Querc. tost.). — Mit Wasser lässt sich das Präparat verhältnismässig leicht zu einem Brei anrühren, der auch sehr angenehm nach gebrannten Eicheln riecht. Reaction des wässerigen Breies = neutral. — Verpackung sehr rationell: Blechbüchse, in welcher sich ein Pergamentbeutel mit dem Pulver befindet.

Der »Eichelcacao« ist auf Veranlassung von Prof. Liebreich hergestellt und hat sich, wie aus vielfachen Prüfungen hervorgeht, als eine ganz besonders rationelle Combination erwiesen. Insbesondere soll er sehr gute Dienste bei der Behandlung von chronischen Durchfällen der Kinder leisten. — Das Präparat besteht in der Hauptsache aus feinstem Cacao und hat einen Zusatz von wasserlöslichem Eichelextract erfahren. Es ist ohne Weiteres einleuchtend, dass eine solche Combination zweckmässig ist und da, wie wir später sehen werden, die Zusammensetzung des »Eichelcacaos« eine durchaus rationelle ist, so kann man das Präparat mit gutem Gewissen empfehlen[1]).

3. »Baron von Liebig's Maltoleguminose mit Zucker für Kinder«. Hellbraunes, sehr feines Pulver von specifischem, aber angenehmem Geruch (Leguminosen) und deutlich süssem, dabei etwas aromatischem Geschmack. — Wasserauszug reagirt neutral. — Verpackung: Blechdose, in welcher sich eine Pergamentdüte befindet, die das Pulver enthält.

1) Siehe hierüber: Deutsche Medic. Wochenschrift, 1885, Nr. 40.

Während noch vor relativ kurzer Zeit das Stärkemehl der Hülsenfrüchte wohl kaum als Kindernahrungsmittel in Betracht kommen konnte, da es bekanntlich schwer verdaulich und die Eigenschaft besitzt, Blähungen zu veranlassen, haben die neueren technischen Vervollkommnungen dazu geführt, dass die durch zweckentsprechende Zubereitung (die Leguminosen kommen jetzt in äusserst feiner Vertheilung und mit einem sehr geringen Gehalt an Cellulose in den Handel) gewonnenen Leguminosenpräparate auch zur Kinderernährung empfohlen werden können. Allem Anscheine nach gebührt das Verdienst, die technische Seite der Zubereitung besonders vervollkommnet zu haben, der Firma Hartenstein & Co.[1]) (Chemnitz), und sind die Präparate der genannten Firma, die seinerzeit besonders von Prof. Benecke empfohlen wurden, zu bekannt, als dass darauf näher einzugehen nöthig wäre. Hier sei nur bemerkt, dass durch zweckentsprechende Zubereitung der Leguminosenmehle die Resorptionsfähigkeit auch wirklich erhöht werden kann[2]).

Um die Stärke der Leguminosen noch verdaulicher und diese Präparate auch für die Kinder- und Krankenernährung zugänglich zu machen, hat man dieselben mit Diastase und Malzmehl behandelt. Von diesen »Maltoleguminosen« kommen für die Kinderernährung in Betracht die Präparate von Timpe und von Baron von Liebig.

4. Dr. med. Theinhardt's lösliche Kindernahrung. Hellbraunes, höchst feines Pulver von sehr angenehmem Geruch (erinnert etwas an Löfflund's Milchzwieback). Geschmack angenehm (Bisquit, gebrannter Zucker), dabei deutlich süss. Von diesem Präparat sagt der Erfinder, »enthält aufgeschlossen alle

---

1) Ausser den Hartenstein'schen Präparaten sind zur Zeit sehr verbreitet die Präparate von Knorr und Maggi.

2) Während bei den Untersuchungen von Rubner von der Stickstoffsubstanz der gekochten Erbsen 17—30 % unverdaut blieben, wurde die Stickstoffsubstanz eines besonders präparirten Leguminosenmehls in den Versuchen von Strümpel bis auf 8,2 % ausgenützt. Es kann also angenommen werden, dass die Verarbeitung zu feinem Mehl einen günstigen Einfluss auf die Ausnützung der Stickstoffsubstanz der Leguminosenpräparate hat.

Bestandtheile der Muttermilch in richtigem Verhältnisse.« — Verpackung rationell: Blechbüchse mit Pergamenteinlage.

Das Präparat ist auf der Kuhmilch als Grundsubstanz aufgebaut, und sollen die Eiweissstoffe der Milch durch »ein dem Pflanzenreich entnommenes, unschädliches diastatisches Ferment« in eine leicht verdauliche Form übergeführt sein. Ausserdem ist dem Präparate diastatisches Weizenmehl hinzugegeben, was bis zu einem gewissen Grade den Werth des Präparates erhöhen dürfte, da die aufgeschlossenen Stärkekörner im Quellungszustande ähnlich wie die Fetttröpfchen der Muttermilch wirken sollen, indem sie sich zwischen die Caseïngerinnsel drängen und so vielleicht die Verdauung erleichtern.

Bei der Besprechung der Analysenresultate werden wir sehen, dass das Theinhardt'sche Präparat, ohne Zweifel, zu den rationell zusammengesetzten zu rechnen ist. Unerwähnt möchte ich aber nicht lassen, dass es mich befremdet hat, auch bei diesem Präparate, das nach den Angaben eines Arztes dargestellt wird, den gewöhnlichen Reclameformen, »vollwerthiger Ersatz der Muttermilch u. s. w.« zu begegnen. —

5. Dr. Frerich's lösliches Kindermehl. Hellbraunes, sehr feines Pulver von angenehmem, bisquitähnlichem Geruch; Geschmack deutlich süss, auch etwas an Leguminosen erinnernd. Beim Anrühren mit Wasser tritt deutlich der Leguminosengeruch hervor. — Reaction des wässerigen Auszuges = neutral. Verpackung: Blechbüchse ohne Papiereinlage. — Dieses Präparat hat einen Zusatz von Diastase erfahren, so dass hier ausser dem »Dextrinen« noch für eine möglichst vollständige Überführung der Stärke in den löslichen Zustand gesorgt ist. — Der Erfinder stellt für sein Präparat bescheidene Ansprüche, indem er sagt, dass »der Nährwerth desselben genau derselbe ist, wie der einer guten Kuhmilch«. — Muss auf Grund der Analysenresultate zu den rationell zusammengesetzten Präparaten gerechnet werden. —

6. Kindernahrung von Gebrüder Stollwerk. Das Präparat stellt ein hellbraunes, äusserst feines Pulver von sehr angenehmem Bisquitgeruch dar. Der Geschmack ist ebenfalls angenehm, dabei recht süss. Zum Brei lässt es sich mit kaltem

Wasser nur schwer anrühren; der Brei hat neutrale Reaction. — Bei diesem Präparat nimmt man einen deutlichen Buttergeruch wahr; auch scheint es etwas mit Vanille parfümirt zu sein. Verpackung rationell: Blechbüchse mit Pergamenteinlage. — Ueber die Herstellung nichts Näheres bekannt. —

7. Milchpulver von J. Martinsen (Moskau). Weil das in Russland ziemlich verbreitete Nestle'sche Kindermehl dort sehr theuer ist (für 1 Büchse, die in der Schweiz 1 fr. 25 cent. kostet, wird in Moskau 1 Rubel 50 Kop. bezahlt), so hat das hygienische Laboratorium von Martinsen einen Ersatz dafür fabricirt, der, soweit ich darüber unterrichtet bin, eine nicht unbedeutende Verbreitung gefunden hat. — Es ist dem Nestle'schen Präparat in der Zusammensetzung sehr ähnlich und unterscheidet sich von demselben, wie aus den Analysenresultaten hervorgeht, in mancher Weise sogar vortheilhaft. — Lobend muss ich die äusserst feine Beschaffenheit des Präparates hervorheben (nur 0,13% Cellulose); nicht zustimmen kann ich der Nachahmung der Nestle'schen Verpackung (Blechbüchse ohne Pergamentpapier-Einlage).

Da das Reclamewesen in Russland noch wenig entwickelt ist, so liegen dem Präparate keine Belobigungen etc. bei. Es hat aber für Russland schon deshalb eine nicht zu unterschätzende Bedeutung, weil es viel billiger ist, als die eingeführten ausländischen Präparate, welche sehr hoch besteuert werden.

8. Opel's Nährzwieback. Dieses Präparat wird aus bestem Weizenmehl (»Kaiserauszug«), condensirter Schweizermilch und Nährsalzen (unter Zugabe von Hefe) dargestellt. Es erfreut sich einer grossen Beliebtheit unter den Kinderärzten und ist zu bekannt, als dass ich hier eingehend darüber zu sprechen hätte. Sehr lobend ist hervorzuheben, dass der Fabrikant sich nicht zu den üblichen Reclame-Anpreisungen hinreissen lässt, sondern in seinem Präparat nur eine rationelle »Nebenkost« erblicken will. — Die vielfachen ärztlichen Zeugnisse, unter denen Namen wie Baginsky, Biedert, Escherich u. s. w.[1]) zu finden sind,

1) Siehe: Opel's Nährzwieback in seiner Bedeutung als Diäteticum für Kinder, Leipzig 1895.

bürgen dafür, dass wir es hier mit einem rationell zusammengesetzten Präparate zu thun haben, was, wie wir sehen werden, auch die Analysenresultate bestätigen. — Geruch und Geschmack des Opels'schen Zwiebacks sind angenehm; der wässrige Auszug von neutraler Reaction. — Verpackung: einfache Papierumhüllung. —

9. Rudolf Gericke's Nährsalzzwieback. Dieses Präparat zeichnet sich durch besonders angenehmen Geschmack aus; auch lässt es sich leicht zu einem feinen Pulver verreiben (da es sehr wenig Wasser enthält). Die Reaction des wässrigen Auszugs ist neutral. — Das Präparat ist aus bestem Material dargestellt und hat, wie schon der Name sagt, einen Zusatz von Nährsalzen[1]) erfahren. — Verpackung: Pergamentdüte. Näheres nicht bekannt.

10. Rudolf Gericke's Kraftzwieback wird unter Verwendung von Dr. Hundhausen's Aleuronat bereitet, zeichnet sich durch sehr angenehmen Geschmack aus und lässt sich sehr leicht zu einem feinen Pulver verreiben. Reaction des Wasserauszuges neutral. Verpackung: Pergamentdüte.

11. Mellin's Nahrung, kein Mehl enthaltend. (Mellin's Food for infants und invalids.) — Das Präparat stellt ein graugelbes, trockenes Pulver dar, das theils sehr fein ist, theils zu gröberen Klümpchen zusammengebacken ist. Es ist fast geruchlos und von süsslichem Geschmack (Malz). In Wasser löst es sich nicht vollständig. Der wässrige Auszug schmeckt sehr süss, zeigt deutliche alcalische Reaction und setzt beim Stehen einen flockigen Niederschlag ab.

Es wird als Zusatz zur Milch empfohlen und soll mit »bestem Erfolge« bei den Kindern des deutschen Kaisers angewendet worden sein.[2])

Die Resultate der untersuchten Kindernahrungsmittel sind in Tabelle 1 (Seite 142) zusammengefasst, und soll hier jedes Präparat kurz besprochen werden.

1) Siehe Archiv für Hygiene, Bd. XXX, Seite 113—16, meine Abhandlung über »Nährsalze«.

2) Siehe die dem Präparate beigelegte Anerkennung Ihrer Majestät der Kaiserin von Deutschland.

Tabelle I. (Die Zahlen bedeuten Gramm in

Nummer	Bezeichnung des Surrogates	Wasser	Fett	Stickstoffsubstanz ($N_2 \times 6,25$)	Gesammt-kohlenhydrate	Kohlenhydrat in kalt. Wasser		Lösliche Kohlenhydrate		»Extract«	Gesammt-Mineralstoffe
						α) Unlöslich	β) Lösliche (Summe)	α) Directe Reduction (als Maltose)	β) Nach der Inversion (Invertzucker)		
1.	»Herz-Cacao« (Gebr. Stollwerk)	6,47	31,18	22,19	19,18	8,63	10,55	3,33		16,45[1])	6,36
2.	»Dr. Michaelis' Eichelcacao« (Gebr. Stollwerk)	5,93	17,13	12,50	49,92	29,91	20,01	1,58[3])	17,74	22,55[4])	3,67
3.	»Maltoleguminose mit Zucker für Kinder« von Baron Liebig	8,44	1,365	20,34	65,10	48,19	16,91	1,09	12,13	20,01[6])	2,97
4.	»Dr. Theinhardt's lösliche Kindernahrung«	6,87	9,58	14,37	64,30	19,77	44,53	18,05[7])	22,71	48,01[8])	3,56
5.	»Dr. Frerich's löslich. Kindermehl«	8,44	5,97	12,98	69,82	27,59	42,23	17,53[9])	40,59	43,25[10])	1,674
6.	»Kindernahrung von Gebr. Stollwerk«	6,32	11,50	11,25	68,12	27,43	40,69	15,76[11])	23,40	42,63[12])	2,60
7.	»Martinsen's Milchpulver« (Moskau)	7,70	4,39	11,95	73,36	25,36	48,03	3,53[13])		49,74[14])	1,71
8.	»Opel's Nährzwieback«	9,52	9,54	15,60	61,92	47,80	14,12	11,52[15])	2,85	17,12[16])	3,71
9.	»Gericke's Nährzalzzwieback«	3,62	7,48	15,81	71,48	52,68	18,80	1,25	14,90	20,00[17])	1,77
10.	»Gericke's Kraftzwieback«	4,41	5,47	28,69	58,27	47,06	11,21	4,91[18])	5,04	13,31[19])	2,26
11.	»Mellin's Nahrung« (Mellin's Food for infants & invalinds	6,31	2,078	7,71	79,78	keine	79,78	47,90	37,92	82,10[20])	3,68

1) Davon 5,90 Mineralstoffe. — 2) Der »Herzcacao« enthält 34,52% in heissem Wasser löslicher Stoffe, davon sind durch Kupferacetat fällbar (Gerbstoffe, Cacaoroth etc.): 9,92. — Ammoniakstickstoff ist in dem Präparate 0,021% (= 0,118 NH_4HCO_3) enthalten; Kupfer enthält es 0,0025% (ursprüngl. Substanz). — 3) = 1,035 Dextrose. — 4) Davon 2,54% Mineralstoffe. — 5) Der »Eichelcacao« enthält 55,28% in heissem Wasser löslicher Stoffe, davon sind durch Kupferacetat fällbar (Gerbstoffe, Cacaoroth etc.) 7,96%. — Ammoniakstickstoff enthält das Präparat 0,0196% = 0,111% NH_4HCO_3; Kupfer enthält es 0,00165% (urspr. Subst.) — 6) Davon 2,99% Mineralstoffe. — 7) = 15,13 Milchzucker = 10,53 Dextrose. — 8) Davon 3,48 Mineralstoffe. — 9. = 14,63 Milchzucker = 10,21 Dextrose. — 10) Davon 1,65 Mineralstoffe. — 11) = 13,104 Milchzucker = 9,175 Dextrose (Traubenzucker). — 12) Davon 1,94 Mineralstoffe. —

100 g der ursprünglichen Substanz.)

Löslich in verd. HCl in %	Unlöslich in verd. HCl in %	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Cl	SO_3	P_2O_5	Cellulose	Nährstoffverhältniss in der Trockensubstanz 1:	Reaction mit Liq. Lugoli	Mikroskopischer Befund
96,07	3,93	2,32	0,185	0,270	0,652	0,051	0,207	1,420	4,02	4,37 [8])	Die Lugol'sche Lösung rief bei allen Proben deutliche Blaufärbung hervor, wobei die Intensität derselben mit dem Gehalte der Proben an »unlöslichen« Kohlenhydraten gewöhnlich stieg. — Bei Nr. 11 gibt das in Wasser Unlösliche mit Liq. Lugoli leichte Blaufärbung.	Guter Cacao; nur ganz vereinzelt die charakteristischen Elemente der Schaalen; keine fremden Stärkesorten.
98,36	1,64	0,017	1,011	0,050	0,623	0,047	0,092	0,923	2,62	7,41 [5])		
99,95	0,05	1,002	0,149	0,160	0,155	0,202	0,144	0,720	1,06	3,37		Leguminosenstärke, theils verändert, theils unverändert.
96,86	3,14	0,473	0,384	0,623	0,117	0,632	0,054	0,602	0,59	6,14		Weizenstärke zum grössten Theil in veränderter Form.
91,490	0,51	0,485		0,168	0,067	0,244	0,064	0,241	0,376	7,00		Leguminosen, grösstentheils durch Rösten verändert.
98,70	1,30	0,512	0,183	0,494	0,096	0,199	0,090	0,679	0,31	8,60		Weizenstärke
99,49	0,51	0,147	0,211	0,342	0,008		0,022	0,799	0,13	7,2		Weizenstärke, hauptsächlich in veränderter Form
99,46	0,54	0,205	0,808	0,644	0,017	0,604	0,104	0,653	0,16	6,02		Weizenstärke, zum Theil in veränderter Form.
68,36	31,64	0,181	0,129	0,156		0,228	0,049		0,37	5,7		
92,25	7,75	0,155	0,241	0,096	0,020	0,534	0,028		0,22	2,5		Weizenstärke, auch unveränderte.
99,26	0,74	1,08	0,384	0,023	0,044	0,076	0,155	0,355	0,13	11,02		Der in Wasser unlösliche Theil enthält, ganz vereinzelt, Samenhaare von Getreidesamen.

13) = 3,06 Milchzucker = 2,17 Dextrose. — 14) Davon 1,70 Mineralstoffe. — 15) = 9,53 Milchzucker = 6,72% Traubenzucker. — 16) Davon 3,00 Mineralstoffe. — 17) Darin 1,20 Mineralstoffe. 18) = 4,13 Milchzucker = 2,95 Traubenzucker. — 19) Davon 2,10 Mineralstoffe. — 20) Davon 3,20 Mineralstoffe.

Anmerkung. Unter »Nährstoffverhältniss« ist das Verhältniss der N_2-haltigen Bestandtheile (1) zu den N_2-freien (Kohlenhydrate und Fett) gemeint, wobei das Fett, um auf den Werth der Kohlenhydrate gebracht zu werden, mit 2,5 multiplicirt ist. — Das Zeichen °) bei der Gesammtasche bedeutet, dass dieselbe stark alkalisch reagirte; wo sich das Zeichen °°) findet, hat ausserdem eine starke CO_2-Entwickelung (auf Zugabe von HCl dil.) stattgefunden. —

Tabelle II. **Agar-Agar-Platten.**

		Zahl d. Keime auf 1 g d. ursprüngl. Substanz berechnet	Bemerkungen
Stollwerk's Kindernahrung	α) aus der Fabrik	122,000	Zwischen Milzbrand und Subtilisgruppe; ganz junge tiefliegende Culturen, Bact. Zopf-ähnlich, später subtilisartig; zum Theil mit prächtiger Lockenbildung. — Oberflächliche Colonien — reiner Subtilis-Charakter.
	β) » Droguengesch.	192,000	Vorwiegend Subtilisgruppe. —
Kufeke's Kindermehl	α) frisch	250,00	Mehrere weisse Coccen, einige gelbe Coccen, eine Sarcine (weiss); einige Coli-Colonien, zahlreiche Subtilis, ein Schimmelpilz. —
	β) alt	450,00	Subtilisgruppe.
Nestle's Kindermehl	α) frisch	600	Subtiliscolonien.
	β) alt	455,00	Zum grossen Theile Subtiliscolonien, wenig coliartige, einige weisse Coccen, vereinzelte alte Colonien von nichtsporentragenden Stäbchen.
Muffler's sterilis. Kindernahrung	α) aus der Fabrik	181,00	Vorwiegend Subtiliscolonien.
	β) » Droguengesch.	470,00	Zahlreiche Subtiliscolonien und sehr viele gelbe Colonien von nicht sporentragenden Stäbchen.
Theinhardt's löslich. Kindernahr.	α) aus der Fabrik	12,00	Subtilis-Reincultur.
	β) » Droguengesch.	70,00	Vorwiegend Subtiliscolonien, wenige Coccuscolonien.
Timpe's Milchpulver	α) frisch Fabrik	60,00	Vorwiegend Subtiliscolonien.
	β) Droguengesch.	164,00	Zum grössten Theil Subtilis, einige Mikrococcen (weisse), eine Mesentericuscolonie.

Tabelle III. **Gelatine-Platten.**

Stollwerk's Kindernahrung	α) frisch	793,800	Mehrere Subtilis, einige Coli, viele Coccen.
	β) alt	132,00	Tief nur Subtilis, einzelne Coccen, einige Coli.
Kufeke's Kindermehl	α) frisch	5,000	Einige Subtilis, auch Coli.
	β) alt	252,00	Anfangs nur sporenlose Stäbchen und Coccen, später einige Subtilis und Coli; Mikrococcus roseus; zwei Schimmel (Penic.).
Nestle's Kindermehl	α) frisch	8000	Vorwiegend Schimmel (Mucor. rhizo., Penicill.).
	β) alt	150,00	Coccen, Coli, Mucor, Penicill.
Muffler's sterilis. Kindernahrung	α) aus der Fabrik	110,00	Zahlreiche Subtilis, wenige Coccen, auch Schimmel (Penicill.).
	β) » Droguengesch.	290,00	Viele Subtilis, zalreiche Colonien (gelbe und weisse) nicht sporentragender Stäbchen (Coligruppe).
Theinhardt's löslich. Kindernahr.	α) aus der Fabrik	200	Colicolonie.
	β) » Droguengesch.,	42,00	Mehrere Coli, auch Coccen.
Timpe's Milchpulver	frisches Präparat	100,00	Vorwiegend Coccen.

1. **Herzcacao (Gebrüder Stollwerk).** Bei der Untersuchung dieses und des folgenden Präparates wurden nicht nur alle neueren Angaben, die sich über die Untersuchung von Cacao und dessen Präparaten bei König[1]) finden, berücksichtigt, sondern nach Möglichkeit auch Kenntniss genommen von den Arbeiten Beckurts[2]) und Strohls[3]).

Was zunächst den Fettgehalt betrifft, so lässt sich nicht leugnen, dass derselbe eher als ein hoher bezeichnet werden kann, denn die Puder-Cacaosorten[4]) des Handels enthalten nach König 20—34 % Fett. Jedenfalls ist ein zu hoher Gehalt an Cacaobutter nicht erwünscht, deren Zusammensetzung uns mit voller Bestimmtheit noch nicht bekannt ist, wenn auch neuere Versuche (Zuntz, Cohn) darzuthun scheinen, dass dieselbe sehr gut verdaulich ist. (90—94 %.)

Da in der speciellen Litteratur Angaben darüber vorhanden sind, dass das Cacaofett sehr häufig mit anderen minderwerthigen, bisweilen nicht indifferenten Substanzen versetzt wird, so habe ich das erhaltene Fett auf seine Reinheit geprüft[5]) und kann bemerken, dass nach dieser Richtung hin keine Fälschung vorlag[6]).

Die Menge der Stickstoffsubstanzen ist eine solche, wie wir sie nur in besseren Cacaosorten antreffen. Ich will aber gleich hier bemerken, dass die Umrechnung des gefundenen Stickstoffes auf Protëin eine durchaus nicht richtige ist, denn wir wissen, u. A. aus Cohn's[7]) sorgfältigen Untersuchungen, dass die im Cacao enthaltenen Stickstoffsubstanzen etwa nur zur Hälfte aus Eiweiss bestehen.

1) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, Bd. II, Seite 1098—1115.

2) Beckurt's, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Cacaobohnen. Arch. d. Pharm. 1893.

3) Zeitschr. für anal. Chemie. 1896. 166.

4) Entfetteter Cacao.

5) Nach den bei Beckurt's, a. a. O., angegebenen Methoden.

6) R. Pfister (Forschungsber. f. Lebensm. Hygiene, forens. Chemie, 1894. I, 543) berichtet über einige Verfälschungen mit »Paraffinöl«. Citirt nach Beckurts, Jahresber., 4. Jahrg., S. 98.

7) Zeitschr. f. physiolog. Chemie. Bd. 20, Seite 1.

Eine volle Differenzirung der im Cacao enthaltenen Stickstoffsubstanzen ist aber noch nicht durchgeführt, und aus diesem Grunde habe ich mich auch begnügt, nur den Gesammtstickstoff zu bestimmen und etwa vorhandenes Ammoniak.

Besonders interessant war es, den Ammoniakgehalt zu bestimmen, da bekanntlich in letzterer Zeit sehr häufig das Ammoniak[1]) und kohlensaure Ammoniak zum »Aufschliessen« des Cacao angewendet werden. Die erhaltene, geringe Menge Ammoniak lässt eine solche Bearbeitung beim vorliegenden Präparate ausschliessen, denn mit Ammoniak oder Ammoniumcarbonat behandelte Präparate enthalten das 12—15fache von der gefundenen Menge[2]).

Wenn aber auch eine Bearbeitung des vorliegenden Präparates mit Ammoniaksalzen sicher ausgeschlossen werden kann, so scheinen doch der an und für sich hohe Gehalt an Mineralstoffen und die nicht geringen Mengen von Kali und Magnesia in der Asche dafür zu sprechen, dass beim Rösten ein Zusatz von Pottasche und Magnesia stattgefunden hat.

Die Ansichten über diese Bereitungsweise sind getheilt, und kann ich hier auf dieselben nicht näher eingehen. Wer sich darüber orientiren will, der sei auf die unten angegebene Litteratur aufmerksam gemacht[3]). Hier sei nur bemerkt, dass durch diese und ähnliche Manipulationen durchaus kein »löslicher« resp. »leicht löslicher« Cacao erzielt wird. Durch die hierbei stattfindende theilweise Verseifung des Cacaofettes werden die

1) Geringe Mengen von Ammoniak sind in jedem Cacao enthalten; auch findet sich nach Weigmann Asparagin in demselben. König, op. cit., Seite 1200.

2) So enthält z. B. Gaedtke's Cacao 0,330% Ammoniakstickstoff.

3) A. Stutzer, Neues aus der Röst-, Darr- und Trocknungsindustrie. Zeitschr. für angew. Chemie, 1891, 368.

Derselbe, Neues über die Zubereitung von Cacao und Kaffee, sowie über die Wirkung der daraus hergestellten Getränke. Pharmazeutische Centralhalle, 1892, 291. Weitere Literaturangaben bei Beckurt's, Jahresbericht über die Fortschritte in den Untersuchungen von Nahrungs- und Genussmitteln, Bd. 1—4 und Zipperer, Untersuchungen über Cacao, Hamburg, H. Schlesinger, Beiträge zur Beurtheilung des Cacaos bei der Ernährung des Menschen, Deutsche Medizinische Wochenschr. XXI.

feinen Partikelchen in Suspension erhalten und ein Niedersinken derselben verhindert.

Von den im Cacao enthaltenen Alkaloïden (Theobromin und Coffeïn) habe ich in den beiden untersuchten Cacaoproben keines quantitativ bestimmt, weil wir einerseits (trotz der vielen vorgeschlagenen Methoden) doch gute Methoden zur Bestimmung dieser Alkaloïde vermissen[1]), und, andererseits, der Gehalt des Cacaos an diesen Alkaloïden sehr grossen Schwankungen unterworfen ist. Qualitativ aber ist auf Theobromin geprüft worden unter Anwendung der von Dragendorff vorgeschlagenen Murexidprobe: Ausziehen der entfetteten und von Zucker befreiten Substanz mit heissem Wasser + H_2SO_4, Ausschütteln mit Amylalkohol, Eindampfen zur Trockene, Hinzugeben von Chlorwasser, abermaliges Eindampfen und Zusatz von NH_4OH. Bei Gegenwart von Theobromin — purpurviolette Färbung.

Der Gehalt an in HCl unlöslichen Mineralstoffen ist als ein mittlerer zu bezeichnen, welcher Umstand für eine verhältnissmässig sorgfältige Bereitung spricht (keine grosse Menge von Sand, Thon etc.). Auch der Gehalt an Cellulose weist auf ein Präparat von sorgfältiger Herstellung hin.

Die Menge der Gerbstoffe, des Cacaorothes etc. übersteigt die bei König angeführten Zahlen nicht; ebenso ist die Menge der in heissem Wasser löslichen Stoffe nicht als eine geringe zu bezeichnen.

Kupfer habe ich in dem Präparat 0,0025 % gefunden (nach der Methode von Prof. Lehmann bestimmt).

Fassen wir kurz die Ergebnisse der chemischen Untersuchung zusammen, so ergibt sich, dass der »Herzcacao« von besseren Cacaosorten hergestellt ist und keine gesundheitsschädlichen Substanzen enthält[2]). Ein solches Urtheil wird auch durch die nach Möller[3]) ausgeführte mikro-

1) Siehe hierüber die neueren Arbeiten Hilger's und Anderer; gut referirt in Beckurt's Jahresberichten, Jahrg. 2, 3 und 4. Artikel Cacao.

2) Der Kupfergehalt ist für die Cacaobohne etwas Normales.

3) Möller, Mikroskopie der Nahrungs- und Genussmittel, Seite 320—26. Auch bei König, op. cit. Bd. II, Seite 1112—1115 sind genügende Angaben

skopische Untersuchung bestätigt, die nur ganz vereinzelt die charakteristischen Elemente der Schalen, fremde Stärkesorten gar nicht erkennen lässt. Wie weit aber dieses Präparat für die Kinderernährung in Betracht kommen kann, vermag ich nicht zu entscheiden. Thatsache ist, dass es von Livius Fürst[1]) bestens empfohlen wird für die Kinderpraxis.

2. Dr. Michaeli's Eichelcacao. Bei der Besprechung dieses Präparates können wir uns nach dem beim vorigen Vorausgeschickten recht kurz fassen.

Der geringere Fettgehalt, die bedeutend geringere Gesammtasche mit viel weniger unlöslichen Mineralstoffen, der verhältnissmässig niedrige Gehalt an Cellulose u. dergl. mehr bedingen es, dass wir dieses Präparat als ein noch besseres bezeichnen müssen, als den »Herzcacao«; das heisst, es geht aus den Analysenresultaten zur vollen Evidenz hervor, dass zur Bereitung des Eichelcacao eine ganz besonders gute Cacaosorte verwendet worden ist.

Es kann mithin dieses Präparat, das durch Vermischen von entfettetem Cacao mit dem wässerigen Extracte entschälter Eicheln, nachheriges Trocknen im Vacuum etc. gewonnen ist, als ein durchaus rationelles bezeichnet werden, und ist die von Prof. Liebreich angeregte Combination jedenfalls eine sehr gelungene.

3. Baron Liebig's Maltoleguminose zeichnet sich durch einen hohen Stickstoff- und hohen Fettgehalt aus, woraus schon, abgesehen von der mikroskopischen Prüfung, auf Leguminosenmehl geschlossen werden kann. In Betreff der Stickstoffsubstanzen möchte ich gleich hier bemerken, dass die Berechnung auf Proteïn gemacht ist, was nicht ganz richtig ist, da die Leguminosen schon an und für sich etwa 5—8 % des Gesammtstickstoffs in Form von »Nichteiweissstickstoff« enthalten und auch bei der eigenartigen Zubereitung ein weiterer Theil der

über die mikroskopische Untersuchung von Cacao gemacht. — Ueber neue pharmakognostische Arbeiten, besonders diejenigen von Beckurt's und Hartwich, siehe Beckurt's Jahresberichte. Jahrgang 3—4.

1) Livius Fürst, Das Kind und seine Pflege etc. Seite 100—103.

Proteïnsubstanzen aller Wahrscheinlichkeit nach zerlegt wird; trotzdem ist die gewöhnliche Berechnung der Bequemlichkeit halber hier beibehalten.

Die für Cellulose und Gesammtasche gefundenen Werthe lassen auf sorgfältige Darstellung schliessen, was auch durch die äusserst feine Beschaffenheit des Präparates bestätigt wird. Im Grossen und Ganzen hat das Präparat die Zusammensetzung, welche gut präparirte Leguminosenmehle aufweisen. — Wie weit dasselbe für die Kinderpraxis zu empfehlen ist, haben noch weitere specielle Versuche darzuthun, obgleich es durch die zahlreichen ärztlichen Zeugnisse hierzu bestens empfohlen wird.

4. Theinhardt's lösliche Kindernahrung. Ein Blick auf die Analysenresultate überzeugt uns, dass wir es hier in der That mit einer »löslichen Kindernahrung« zu thun haben, denn das Präparat zeichnet sich sehr vortheilhaft durch den relativ hohen Gehalt an in kaltem Wasser löslichen Kohlenhydraten aus. Was die anderen Bestandtheile anbetrifft, so ist dieses Präparat, vom chemischen Standpunkte aus, nach jeder Richtung hin als ein rationelles zu bezeichnen; dasselbe scheint bis auf den Fettgehalt direct auf die Forderungen zugeschnitten zu sein, die König[1]) für ein gutes Kindermehl stellt.

Dass ein Fettgehalt von 9,58% vielleicht eine relativ rasche Zersetzung des Präparates herbeiführen könnte, ist nicht ohne Weiteres von der Hand zu weisen. Allerdings muss ich bemerken, dass mir das Theinhardt'sche Präparat, trotzdem dass ich es dreimal und zu verschiedenen Zeiten gekauft habe, immer in frischem Zustand zugegangen ist.

Ueber dieses Präparat hat Dr. Schickler (Stuttgart) in der Berliner klinischen Wochenschrift[2]) sehr eingehende und nicht uninteressante Mittheilungen gemacht, auf die ich hier nur hinweisen kann. Auch Biedert hat in einer, mir soeben zugegangenen Skizze[3]) das Theinhardt'sche Präparat als ein

1) König, op. cit, Bd. II, Seite 366.

2) Jahrgang 1895, Nr. 14.

3) Die neuere Entwicklung der Lehre von der Säuglingsernährung. Kalender für Frauen- und Kinderärzte v. F. Eichholz, 1897.

mit besonderer Vollendung »durchgeführtes« erwähnt. Hier sei lobend hervorgehoben, dass dem Präparat gedruckte Broschüren, die das Wesentlichste über die Anwendung desselben bringen, beigegeben werden.

5. Dr. Frerich's lösliches Kindermehl. — Wenn wir die für Cellulose, Gesammtasche, lösliche Kohlenhydrate, Fett etc. erhaltenen Werthe betrachten, so kann es keinem Zweifel unterliegen, dass wir es auch hier mit einem rationell zusammengesetzten Kindernahrungsmittel zu thun haben, das dem vorhergehenden würdig zur Seite gestellt werden kann. Der geringere Fettgehalt gegenüber den vorhergehenden Präparaten kann eher als Vorzug angesehen werden, besonders wenn man dabei die Haltbarkeit des Präparates im Auge hat.

6. Kindernahrung von Gebr. Stollwerck ist den beiden vorhergehenden Präparaten sehr ähnlich zusammengesetzt (lösliche Kohlenhydrate, Cellulose, Stickstoffsubstanzen), unterscheidet sich aber durch einen sehr hohen Fettgehalt, der noch höher ist, als bei dem Präparate von Dr. Theinhardt. In dieser Beziehung möchte ich auch hier bemerken, dass es wohl kaum zweckmässig ist, Präparate, die so reich an Fett sind, in den Handel zu bringen, da eben ein Verdorbensein bald eintreten kann.

Vom Frerich'schen Kindermehle unterscheidet sich das Stollwerk'sche Präparat auch noch wesentlich durch einen höheren Gehalt an Mineralstoffen, der hier wohl hauptsächlich in einem Zusatz von phosphorsaurem Kalk seine Erklärung finden dürfte.

Wenn wir von dem hohen Fettgehalt absehen, so muss das Präparat als ein rationelles bezeichnet werden.

7. Milchpulver von J. Martinsen (Moskau). Von diesem Präparat will ich kurz bemerken (da es nur für Russland in Betracht kommen dürfte), dass es, wie die vorhergehenden Surrogate, allen Anforderungen entspricht, die man (in chemischer Beziehung) an ein gutes Kindernahrungsmittel zu stellen berechtigt ist. Ausserdem unterscheidet es sich von den vorhergehenden Präparaten sehr vortheilhaft durch den geringeren Fettgehalt und seine äusserste Feinheit (0,13% Cellulose.)

8. Opel's Nährzwieback. Der geringe Gehalt an Cellulose beweist, dass die Angaben des Fabrikanten, der Zwieback werde aus bestem Weizenmehl bereitet, richtig sind. — Vielleicht ist man in der Zugabe der condensirten Milch zu weit gegangen, denn das Präparat weist auch einen Fettgehalt von 9,54 % auf.

Das dem Präparat zugesetzte »Nährsalz« dürfte in der Hauptsache aus $NaCl$ und $Ca_3(PO_4)_2$ bestehen, daneben aber auch K_2CO_3 oder K_2HPO_4 enthalten. Ueber die Beliebtheit dieses Präparates und die grosse Verbreitung desselben habe ich schon oben (Seite 140—141) gesprochen.

9. Rudolf Gericke's Nährsalzzwiebak unterscheidet sich von dem vorhergehenden Präparat vortheilhaft durch einen geringeren Fettgehalt, hat bei gleichem Gesammt-Stickstoffgehalt, etwas mehr in kaltem Wasser löslicher Kohlenhydrate aufzuweisen und enthält weniger Mineralstoffe, von welchen allerdings beinahe ⅓ unlöslich ist. Dieser Umstand beruht wohl darauf, dass das von Gericke verwendete (sonst nicht unzweckmässige) Nährsalz[1]) sehr reich an unlöslichen SiO_2-Verbindungen ist. Auch ist der Gehalt an Cellulose ein wenig höher, als bei dem Opel'schen Präparate, und die Phosphate des Kalkes sind ebenfalls spärlicher vorhanden. In letzterer Hinsicht könnte vielleicht ein grösserer Zusatz von »Nährsalz« erwünscht erscheinen. Immerhin kann es aber keinem Zweifel unterliegen, dass auch das Präparat von Gericke dort angewendet werden kann, wo eine Fütterung mit Zwiebacken und dergl. angezeigt erscheint.

10. Rudolf Gericke's Kraftzwieback zeichnet sich durch einen sehr hohen Gehalt an Stickstoffsubstanzen aus ist, was den Fett- und Cellulosegehalt anbetrifft, durchaus rationell zusammengesetzt und hat einen Zusatz von Chlornatrium erfahren, wodurch, bei fast gleicher Gesammtasche, die Menge der unlöslichen Mineralstoffe gegenüber dem »Nährsalzzwieback«

1) Siehe meinen Aufsatz: Ueber die chemische Zusammensetzung einiger »Nährsalze« etc. (Dieses Archiv, Bd. XXX, Seite 113—116.)

bedeutend gesunken ist, was nur einen Vorzug bedeuten kann. In Bezug auf Calciumphosphat gilt hier das vom vorigen Präparate Gesagte. Dieses Präparat wird in all' den Fällen indicirt sein, wo wir eine verstärkte Eiweisszufuhr anwenden; das Präparat dürfte durch die äusserst schmackhafte Zubereitung einen gewissen Vorzug vor manchen anderen Präparaten beanspruchen.

Die Präparate von Gericke und Opel werden u. A. auch von Baginsky[1]) bestens empfohlen.

11. Mellins Nahrung. Dieses in ärztlichen Kreisen (dank den unermüdlichen Reklamen in den medicinischen Zeitschriften) so bekannte Präparat zeichnet sich durch einen sehr niedrigen Fett- und Stickstoffgehalt von allen anderen Kindernahrungsmitteln aus. Ferner nimmt es durch seinen besonders hohen Gehalt an Kohlenhydraten, die allerdings sämmtlich in Wasser löslich sind, eine Sonderstellung ein. — Das Präparat dürfte wohl im Wesentlichen aus einem im Vacuumapparate eingedampften Malzinfuse bereitet sein. — Der hohe Gehalt an löslichen Kohlenhydraten giebt dem Präparate einige Vorzüge.[2])

Wir haben nur kurz die Analysenresultate commentiren können, und an manchen Stellen mag vielleicht das eine oder das andere Urtheil nicht genügend begründet erscheinen. Das findet darin seine natürliche Erklärung, dass sich in wenigen Worten die Bedeutung der Analysenresultate nicht wiedergeben lässt. Ebenso wie in der speciellen Pathologie und Therapie die Verwerthung der einzelnen Symptome eine sehr verschiedene sein kann, so ist es auch bei der Beurtheilung der Nahrungsmittel auf Grund der chemischen Analyse. Kurze Formeln, die für alle Fälle zutreffend wären, gibt es nicht, es muss vielmehr in jedem einzelnen Fall das Gesammtbild genügende Berücksichtigung finden und aus demselben dann der Werth der einzelnen Zahlen erkannt werden. —

---

1) Baginsky, Ueber Kindernahrungsmittel in Schwalbe's kurzgefassten Abhandlungen über wichtige Kapitel aus der medicinischen Praxis.

2) Siehe hierüber: Centralblatt für Kinderheilkunde, 1896, Heft 6. Dr. H. Dellevie, zur Frage der künstl. Ernährung der Säuglinge. —

Was die Resultate der **bacteriologischen** Untersuchung der Kindernahrungsmittel betrifft (siehe Tabelle II u. III S. 144), so habe ich darüber nur wenig zu sagen.

Wir sehen aus den angeführten Resultaten, dass keines der untersuchten Präparate (auch das von Muffler nicht) als »steril« bezeichnet werden kann und dass die Zahl der entwicklungsfähigen Keime in denselben eine recht beträchtliche ist. Ferner erweist sich, dass die direct aus den Fabriken bezogenen Präparate eine verhältnissmässig geringere Keimzahl aufweisen, als die in kleineren Droguenhandlungen und dergl. gekauften Präparate, was zum Theil auf unzweckmässige Aufbewahrung schliessen lässt, sodann aber auch dadurch bedingt sein könnte, dass die Fabrikanten den kleineren Händlern die schlechtere Waare (beschädigte Verpackung etc.) abgeben.

Was die Natur der entwicklungsfähigen Keime, die sich in den untersuchten Präparaten fanden, betrifft, so kann man kurz sagen, dass wir hier hauptsächlich die in der Luft verbreiteten Microorganismen wiederfinden. Dass aber die Kindernahrungsmittel ein gutes Substrat für jegliche Mikroorganismen abgeben können, braucht wohl kaum hervorgehoben zu werden. — Gährungserreger, Gasbildner etc. habe ich in den direct von den Fabrikanten bezogenen Präparaten nicht finden können, mit Ausnahme des einen Falles, wo nach 48 Stunden sterile Milch coagulirt wurde und Zucker-Agar-Agar deutliche Gasbildung zeigte.[1])

Nicht unerwähnt möchte ich lassen, dass es bei der bacteriologischen Untersuchung der Kindernahrungsmittel (falls man aus derselben weitgehendere Schlüsse ziehen will) durchaus nicht genügt, nur die Zahl der entwickelungsfähigen Keime zu bestimmen, Proben mit steriler Milch, Zucker- und Gelatine-Agar Agar anzustellen u. s. w. Man wird auch zu untersuchen haben,

---

1) Präparat von Stollwerk aus einer Droguenhandlung, aber speciell verschrieben. Milchcoagulation (ohne Gasbildung in Zucker-Agar-Agar oder Zucker-Gelatine) riefen die aus einem Würzburger Droguengeschäfte entnommenen Präparate von Nestle, Kufeke, Muffler, Theinhardt und Timpe hervor. (Proberöhrchen unverändert!).

welchen Einfluss die vorgeschriebene Zubereitungsweise auf den Keimgehalt des Präparates ausübt. Denn wenn wir von der condensirten Milch absehen, so dürften sich wohl nicht viele Kindernahrungsmittel finden, die einer vollständigen Sterilisation leicht zugänglich wären. Da meine Versuche, wie oben erwähnt, nur als »Orientirungsversuche« dienen sollten, so habe ich es unterlassen, die betreffenden Präparate nach dieser Richtung hin zu prüfen.

Schlussbemerkungen.

Zum Schlusse dieser Arbeit möchte ich die bei der Untersuchung von mehr als 30[1]) Kindernahrungsmitteln und beim Studium der speciellen Litteratur gemachten Erfahrungen in folgenden Sätzen zusammenfassen.

1. In Anbetracht der zur Zeit äusserst verbreiteten und sehr oft nicht zu umgehenden »künstlichen« Ernährung der Säuglinge und in richtiger Erwägung derjenigen Schwierigkeiten, die nicht selten bei der Beschaffung einer guten Kuhmilch auftreten, ist den verschiedenen Surrogaten, soweit dieselben nicht einfache Conglomerate von Nahrungsstoffen darstellen, eine gewisse Existenzberechtigung bei der »Zufütterung« oder als »Beinahrung« nicht abzusprechen.

2. Bei der Beurtheilung dieser Präparate hat man besonders streng zu unterscheiden zwischen a) »vom sanitären Standpunkte aus nicht zu beanstanden« und b) »gut bekömmlich«.

3. Die Beantwortung der ersten Frage hat in der Hauptsache von dem mit der Nahrungsmittelchemie genügend bekannten Hygieniker vom Fach oder vom Nahrungsmittelchemiker zu geschehen, während bei der Beantwortung der zweiten Frage die praktischen Erfahrungen des Pädiaters stets und allein maassgebend sein sollten.

4. Frage a) kann auf Grund der chemischen und mikroskopisch-bacteriologischen Untersuchung mit genügender Sicherheit beantwortet werden, während bei Frage b) die im einzelnen Falle gemachten günstigen oder ungünstigen Resultate nur mit

1) Ich rechne auch die untersuchten »Nährsalze« hinzu.

genügender Vorsicht und erst bei grossen Erfahrungen zu verallgemeinern wären.

5. Grenzzahlen sind für die Hauptnährstoffe (Stickstoffsubstanzen, Fette und Kohlenhydrate) bis zu einem gewissen Grade, wenn auch nur in quantitativer Beziehung, möglich (Gesammtmenge der löslichen und unlöslichen Kohlenhydrate, richtiges Verhältniss der N_2-freien zu den N_2-haltigen etc.).

6. Die Menge der Mineralstoffe, resp. der Zusatz von »Nährsalzen« ist quantitativ und qualitativ unbedingt zu regeln (übermässiger Zusatz von Kalksalzen, phosphorsauren Salzen etc).

7. Die Angabe der genauen Zusammensetzung auf den Büchsen ist unbedingt zu verlangen, wobei Aufschriften wie »vollständiger Ersatz der Muttermilch«, »enthält alle Bestandtheile genau in dem Verhältnisse wie die Frauenmilch«, »enthält Hirn bildende Substanzen«, knochenbildende Substanzen« etc. streng zu untersagen sind, da sie der Wirklichkeit gar nicht oder nur in sehr bescheidenem Maasse entsprechen.

8. Es ist nicht nur wünschenswerth, sondern, im Interesse der heranwachsenden Generation, unbedingt nothwendig, dass der Untersuchung und Beurtheilung von Kindernahrungsmitteln seitens der Hygieniker, Kinderärzte und Nahrungsmittelchemiker mehr Aufmerksamkeit entgegengebracht würde, als es bisher geschehen ist.

Auch ist für die Verbreitung richtiger Ansichten über die künstliche Kinderernährung in den Hebammenschulen, sodann durch unentgeltliche Vertheilung von Broschüren, die das Wesentlichste in allgemein verständlicher Form bringen, seitens der Standesämter u. s. w.[1]) Sorge zu tragen. —

Es ist mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor K. B. Lehmann für das meinen Arbeiten entgegengebrachte Interesse auch an dieser Stelle verbindlichst zu danken.

1) Siehe hierüber: Dr. Paul Börner, Bericht über die allgemeine deutsche Ausstellung auf dem Gebiete der Hygiene und des Rettungswesens, Bd. I, Seite 251—255

Ueber einen Bacillus mit Verzweigungen.

Von

Dr. **Albert Stolz,**

Assistent an der medizinischen Klinik

Aus der bacteriologischen Abtheilung des Laboratoriums der medicinischen Klinik zu Strassburg i. E.

Bei dem Interesse, welches im Anschluss an eine Reihe neuerer Arbeiten manche morphologischen Eigenthümlichkeiten insbesondere die Verzweigungsformen gewisser Bacterienspecies gerade jetzt beanspruchen, möchte ich eine Beobachtung mittheilen, die trotz ihrer bedauerlichen Unvollständigkeit, doch in Bezug auf Verzweigungsformen und auch Färbungsreactionen eines anscheinend bisher nicht beschriebenen Microbiums einiges Bemerkenswerthe bieten dürfte.

Von Herrn Dr. E. wurden zu wiederholten Malen schleimige Massen an die bacteriologische Abtheilung der medicinischen Klinik zur Untersuchung übersandt, welche in der Umgebung der äusseren Urethralmündung einer an ascendirender post partum acquirirter Pyelonephritis leidenden Dame sich anzusammeln pflegten. Woher sie eigentlich stammten, ob aus der Urethra oder Vagina, oder ob sie an Ort und Stelle abgesondert wurden, konnte nicht eruirt werden. Innerhalb fünf Wochen wurden diese Massen mehrere Male mit gleichbleibendem, bald zu schilderndem Resultate unter Leitung des Herrn Prof. E. Levy untersucht, welchem ich an dieser Stelle für das rege Interesse, mit welchem er meine Arbeit unterstützte, meinen verbindlichsten Dank aussprechen möchte.

Aus äusseren Gründen musste dann während längerer Zeit die Entnahme des Secretes unterbleiben, und als nach 3 Monaten uns eine neue Probe übersandt wurde, war der Befund ein negativer. Weitere Untersuchungen konnten an der unterdessen anscheinend genesenen Patientin nicht vorgenommen werden.

Die mir übergebenen Massen mochten jedesmal an Menge etwa $^1/_2$ ccm betragen; sie waren von fast gallertiger Consistenz schwach fadenziehend, glasig, beinahe ganz durchsichtig, nur von einzelnen feinen grauen Streifen durchzogen. Ihre Reaction war schwach sauer. Es fanden sich darin mässig viel Plattenepithelien und vereinzelte Eiterkörperchen; die ersteren waren gruppenweise gelagert, den grauen Streifen entsprechend, die letzteren planlos in die Massen eingestreut. In Ausstrichpräparaten, welche durch dreimaliges Ziehen durch die Flamme fixirt und mit Carbolfuchsin ziemlich stark gefärbt waren, zeigte sich nun als steter Begleiter der Plattenepithelien und fast immer nur in der Umgebung derselben ein Mikroorganismus, welcher durch seine eigenartigen Formen sofort den Blick des Beobachters auf sich zog. Bald dicht beieinander, fast zu einem Filze verwoben, bald einzeln und dann in ihrer Gestalt um so deutlicher hervortretend, sah man tief dunkelroth gefärbte Gebilde, welche durch mannigfache gabelige Verästelungen die verschiedenartigsten und zierlichsten Formen darboten. Am häufigsten präsentirten sie sich in Gestalt eines **Y**, dessen beiden kurzen gleichgrossen Schenkel sowohl untereinander als auch mit dem dritten längeren Winkel von annähernd 120° bildeten. Diese Winkelstellung war in ausgewachsenen Formen sehr constant, so dass ich, von jüngeren Formen abgesehen, in zahlreichen Präparaten nur wenige Ausnahmen entdecken konnte. Die Theilung schien ausschiesslich eine dichotome zu sein; bei den seltenen Exemplaren, wo vielleicht eine Dreitheilung vorlag (Fig. 3e) muss ich die Möglichkeit offen lassen, dass es sich um eine zufällige Aneinanderlagerung handelte. Bei den **Y**-Formen können nun an den freien Enden aller 3 Schenkel secundäre Theilungen auftreten und durch weitere Gabelung dieser Zweige endlich mannigfaltige, weniger einfache Gebilde — wie sie Fig. 4 wieder-

giebt — zur Entwickelung gelangen. Die Theilung braucht nicht gleichmässig an allen Enden vor sich zu gehen, es ist sogar die Regel, dass der eine oder andere Zweig zurückbleibt (Fig. 4c). Mitten zwischen die verästelten Formen eingestreut, fanden sich ausserdem zahlreiche einfache Bacillen, welche an Länge und Dicke den einzelnen Gliedern der ersteren ziemlich gleichkamen (Fig. 1). Es zeigte sich auch bald, dass beide in einer unten zu beschreibenden Farbenreaction vollständig übereinstimmten, und es konnten weiter alle nur wünschenswerthen Übergänge der letzteren in die erstere nachgewiesen werden, so dass ihre Identität keinem Zweifel mehr unterliegen konnte (Fig. 1 und 2). Diese einfachsten Formen waren 2—5 μ lang und annähernd 0,5 μ dick, an den Enden meist abgerundet und oft in einer Ebene leicht gekrümmt. Die Neigung zu Krümmungen konnte

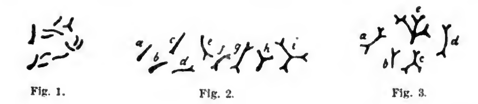


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

übrigens auch an den verzweigten Formen häufig nachgewiesen werden. Kapseln fanden sich nie vor.

Bei der Ähnlichkeit dieser Bacterien mit den in jüngerer Zeit beschriebenen Wachsthumsformen des Tuberkelbacillus wurde alsbald die Probe gemacht, wie sie sich gegenüber den bekannten *T-B*-Färbemethoden verhalten würden. Es ergab sich das überraschende Resultat, dass sie zwar nicht säurebeständig waren in dem Grade wie der Tuberkelbacillus, dass sie aber doch in einzelnen Theilen länger der Entfärbung durch Säuren Widerstand leisteten, als die grosse Masse der gewöhnlichen Microbien. Nach Färbung während einer halben Minute in heisser Carbolfuchsinlösung und darauf folgender 5—10 Secunden langer Entfärbung mit 20 proc. Salz- oder Salpetersäure blieben immer einzelne Parthien der Bacterien intensiv gefärbt; nach 20 Secunden dauernder Einwirkung der Säure war freilich die Entfärbung eine vollständige.

Auch nach Behandlung mit Alkohol absolutus, selbst wenn dieselbe über eine halbe Stunde dauerte, behielten bei in gleicher Weise gefärbten Präparaten einzelne Theile die Farbe zurück. Dies waren stets scharf begrenzte Partikel der Bacterien, meistens ganz runde und die ganze Breite des Stäbchens einnehmende Kügelchen (Fig. 5), manchmal waren es aber auch längere cylindrisch gestaltete Abschnitte, und in noch anderen selteneren Fällen fanden sich Körner und Cylinder nebeneinander in einem Exemplare vor (Fig. 5e). Bei den nicht verzweigten Formen lag am häufigsten an den Enden des Stäbchens je ein Korn (Fig. 5a); hie und da fand man sie auch in der Mitte und dann in der Regel zwei an der Zahl und so gelagert, dass der Bacillus durch sie in drei ungefähr gleich grosse Abschnitte getheilt wurde (Fig. 5b). Ihr Standort an den Enden bildete aber wie gesagt



Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

die Regel; das übrige Stäbchen war dann entweder ganz entfärbt oder enthielt nur einzelne kleinste gefärbte Körner in unregelmässiger Gruppirung. Weniger einfach lagen die Verhältnisse in den verzweigten Formen. Sehr häufig traf man wieder und zwar recht kräftig entwickelt die Körner an den freien Enden der kleinen Schenkel (Fig. 5 d. e. ff.). Die Bifurcationsstellen wurden oft entfärbt; oft aber blieben gerade sie ein Ort stärkster Färbung, welche sich wechselnd weit sowohl in den grossen als auch in die kleinen Schenkel hinein fortsetzen konnte (Fig. 5i). Endlich fand man in einzelnen Fällen genau an der Theilungsstelle ein wohl ausgebildetes Korn liegen, so dass es keinem der 3 Schenkeln eher als den anderen anzugehören schien (Fig. 5g). Bei den Y-Formen führte der längere Schenkel bald ein endständiges, bald zwei in der Mitte liegenden Körner (Fig. 5c) in den Fällen, wo die Bifurcationsstelle gefärbt blieb, verlor er meist in ganzer Ausdehnung die Farbe. Diese Verhältnisse

waren nicht nur nach Entfärbung mit Säure oder Alkohol wahrzunehmen; schon bei Präparaten, die man in gewöhnlicher Weise mit stark färbenden Anilinfarben behandelte, traten diese Körner durch intensivere Färbung, wenn auch viel weniger deutlich, hervor. Im allgemeinen waren die Bacillen ziemlich schwer färbbar. Vesuvin und Methylenblau, letzteres auch in alcalischer Lösung nach Löffler färbten sie selbst nach 24 stündiger Einwirkung und zeitweisem Erwärmen nur ganz schwach. Dieser Eigenschaft ist es wohl auch zuzuschreiben, dass die Färbung mit beiden Substanzen, wie sie von Paul Ernst[1]) zur Darstellung der metachromatischen Elemente in den Bacterien angegeben wurde, nicht die von ihm beschriebenen schönen und charakteristischen Bilder lieferte. Die Microbien nehmen das Methylenblau fast ganz gleichmässig auf, und bei Nachfärbung mit



Fig. 7. Fig. 8. Fig. 9

Vesuvin blieben zwar die erwähnten Körner stärker gefärbt, hatten aber keine scharfen Grenzen und waren nicht deutlich blau, sondern mehr grünlich, der Mischfarbe der angewandten Lösungen entsprechend. Auch die Behandlung mit Hämatoxylinlösung und Kernschwarz ergab nur mangelhafte und schlecht verwerthbare Färbung. Die Gram'sche Methode lieferte sehr schöne Bilder; bei lange dauernder Einwirkung von Alkohol oder nach Weigert von Anilinöl trat unregelmässige Entfärbung ein, ohne dass jedoch die Körner sich hierdurch differenzieren liessen. Den Gedanken, dass es sich bei diesen Gebilden um Sporen handle, möchte ich von der Hand weisen, weil doch ihre Säurebeständigkeit nur eine beschränkte ist, und weil ferner die Körner schon bei gewöhnlicher Färbung sich durch intensive Farbstoffaufnahme auszeichnen, Eigenschaften, welche den wohl

1) Paul Ernst, Ueber den Bacillus Xerosis und seine Sporenbildung. Zeitschrift für Hygiene, Bd. IV, S. 25, 1888.

charakterisirten Sporen von Milzbrand-, Heu-, Kartoffel- oder Tetanusbacillen nicht zukommen. Ich stelle sie lieber auf eine Stufe mit den von Babes[1]), Paul Ernst[2]), Bütschli[3]), Czaplewsky[4]), Coppen Jones[5]) beschriebenen metachromatischen Körnern und suche, wie schon gesagt, den fast negativen Ausfall der Ernst'schen Färbemethode, mit der überhaupt schweren Färbbarkeit dieser Bacillen zu erklären.

Die Präparate erwiesen sich ferner sehr günstig zur Untersuchung der Bildungsweise der Verzweigungen. Die successiven Entwickelungsstadien derselben liessen sich leicht an zahlreichen Objekten verfolgen. Das erste, was man an einem Bacillus oder bei verzweigten Formen an einem Endzweige, der sich gabeln wollte, bemerkte, war eine leicht kolbenförmige Anschwellung des freien, ein metachromatisches Korn tragenden Endes (Fig. 2a. Fig. 4a und b). Ob die Körner dabei selbst auch anschwellen, war bei der überhaupt wechselnden Grösse derselben nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Auf der Höhe des verdickten Endes bilden sich dann bald zwei durch eine seichte Einbuchtung getrennte Wülste, und an Stelle des einen treten zwei kleinere Körner, je eines in den beiden Vorsprüngen. Die Buckel wachsen dann allmählich zu richtigen Zweigen aus, während das Korn stets einen Platz am freien Ende derselben innehält. Zugleich mit diesem Wachsthum findet auch eine geringe Entfaltung

1) Babes, Verhandlungen des internationalen hygienischen Congresses, Wien 1887, Heft XVIII, S. 77 — Cornil et Babes, Les bactéries, 3. Aufl., 1890. — Babes, Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen, Sporenbildung, Verzweigung, Kolben- und Kapselbildung pathogener Bacterien. Zeitschrift für Hygiene, Bd. XX, S. 412, 1895.

2) Paul Ernst, Ueber den Bacillus Xerosis und seine Sporenbildung. Zeitschrift für Hygiene, Bd. IV, S. 25, 1888. — Derselbe, Ueber Kern- und Sporenbildung in Bacterien. Zeitschrift für Hygiene, Bd. V, S. 428, 1889.

3) Bütschli, Ueber den Bau der Bacterien und verwandter Organismen, Leipzig 1890.

4) Czaplewsky, Die Untersuchung des Auswurfs auf Tuberkelbacillen, Jena 1891.

5) Coppen Jones, Ueber die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes und über die Kolbenbildung bei Actinomycose und Tuberculose. Centralblatt für Bacteriologie, 1895, S. 1.

nach seitwärts statt, indem sich der Winkel zwischen beiden Zweigen noch um eine Kleinigkeit vergrössert. Ob auch eine seitliche Sprossenbildung stattfinden kann, wie sie z. B. Fig. 4d wohl annehmen lässt, oder ob diese Formen nur auf ein ungleiches Wachsthum der neugebildeten Zweige zurückzuführen sind, muss ich dahingestellt sein lassen. Ich konnte nirgends weder für die eine noch für die andere Auffassung einen entscheidenden Anhaltspunkt finden.

In seiner oben citirten Arbeit über die metachromatischen Körperchen hat schon Babes die Ansicht geäussert, dass zwischen ihnen und den Verzweigungsvorgängen ein gewisser Zusammenhang bestünde. Er konnte nachweisen, dass bei Bacterien aus der Gruppe des Diphtheriebacillus die Verzweigungen öfters von den metachromatischen Kügelchen des Bacillenkörpers ausging. Nach meinen Beobachtungen am vorliegenden Bacillus kann ich mich dieser Anschauung nur anschliessen, wenn ich auch hervorheben muss, dass in einzelnen Fällen Formen beobachtet wurden, bei denen weder der Mutterstamm noch die jungen Zweige ein metachromatisches Korn enthielten.

Babes hat sich ferner bezüglich der Zweigbildung bei Bacterien dahin ausgesprochen, dass dieselbe einerseits wie auch die Fadenbildung auf einer Behinderung in der Bildung getrennter Exemplare, andrerseits aber darauf beruhe, dass die Theilungsrichtung der einzelnen Individuen eine Veränderung erleide. Solches beobachtete er bei besonderen Formen von Streptococcenverbänden, und dass thatsächlich auch Theilungen von Bacillen in der Längsachse vorkommen, konnte er an einem aus zwei Fällen von Noma gezüchteten Bacterium nachweisen.

Dass auch bei unserem Bacillus die Verzweigungen einem ähnlichen Vorgang ihre Entstehung verdanken, dürfte doch nicht ohne weiteres anzunehmen sein. Ohne dieses Bildungsprincip ganz von der Hand weisen zu wollen, glaube ich hervorheben zu müssen, dass diese Gabelungen doch recht wohl eine der einzelnen Bacterienzelle innewohnende Wachsthumseigenthümlichkeit sein können, dass sie nicht nothwendig ein Theilungsvorgang zu sein brauchen, bei dem infolge irgend welcher Ein-

flüsse die neugebildeten Individuen in innigerem Zusammenhange bleiben. In dem vorliegenden Falle wird diese Ansicht sicherlich dadurch gestützt, dass die Y-Formen so ausserordentlich häufig vorkommen, dass sie sich als morphologische Grundform geradezu aufdrängen. Ihr kommen ferner Beobachtungen von Formen zu Hilfe, deren Schenkel nur durch einen schmalen Spalt getrennt, genau in einer Richtung lagen, so dass der eine die Fortsetzung des anderen bildete, und die Annahme wohl gerechtfertigt schien, dass es sich um eine Theilung handeln könne. Die Spalten lagen stets ein Stück weit von den Gabelungsstellen entfernt; am häufigsten lösten sich Glieder als Y-Formen ab, seltener als einfache Bacillen, indem dann eine Trennungslinie an einem freien Schenkel oder auch deren zwei an einem zwischen zwei Gabelungen gelegenen Segmente auftraten (Fig. 3 a, b, c, d.). Niemals sah ich Bilder, welche die Deutung zuliessen, dass sich an den Verzweigungsstellen selbst Stücke abgetrennt hätten.

Von Anfang an war natürlich mein eifrigstes Bemühen darauf gerichtet, den beschriebenen Bacillus in Reincultur zu züchten. Auf den gewöhnlichen alcalischen als auch mit Rücksicht auf die sauere Reaction der schleimigen Massen leicht angesäuerten Nährböden misslang die Cultur stets. Es glückte nur einmal auf einer mit menschlichem Blutserum und Traubenzuckeragar zu gleichen Theilen gegossenen Platte in Wasserstoffathmosphäre bei 37,5° die Bildung kleiner Colonien des Bacillus zu erzielen. Dieselben standen auf dieser Platte in grosser Anzahl dicht nebeneinander, so dass ihre Menge wohl ihr Wachsthum zu grösseren Colonien beeinträchtigt haben mag. Sie waren auffallend durchsichtig, für das blosse Auge kaum sichtbar; die in der Tiefe gelegenen hatten ziemlich scharfe Conturen, die oberflächlichen breiteten sich wie ein schleierförmiger Überzug ohne scharfe Begrenzung auf dem Nährboden aus. Bei schwacher Vergrösserung präsentirten sie sich als etwas stärker lichtbrechende Flecken, bei starker als dichtes Gewirr von Bacillenfäden, welches nur am Rande, hier aber mit grösster Deutlichkeit, Verzweigungen wahrnehmen liess. Vom 4. Tage

ab schienen sie nicht mehr zu wachsen und da eine Reihe von Coli- und Staphylococcen-Colonien die Platte zu überwuchern drohten, so wurde dieselbe kaltgestellt. Am 6. Tage war die Reaction des Nährsubstrates stark sauer, vorher war es auf seine Reaction nicht geprüft worden; wegen des zugleich vorhandenen Colibacillus kann freilich diese Erscheinung mit der Entwickelung des verzweigten Bacteriums nicht sicher in Zusammenhang gebracht werden. So mannigfaltig und so zahlreich nun auch Versuche angestellt wurden, von diesen Colonien Reinculturen zu züchten, es gelang nicht, ein weiteres Wachsthum zu erzielen. Verwandt wurde gewöhnliche Bouillon, Gelatine, Glycerin- und Traubenzuckeragar, Hühnereiweiss, Blutserum vom Rind und vom Menschen, Traubenzuckerblutserumagar, alle diese Nährböden sowohl alcalisch als leicht angesäuert, natürlich auch anaërob: in hohen Schichten, in Wasserstoffatmosphäre und nach dem Verfahren von Buchner mit Pyrogallol und Kalilauge.

Es wurden ferner sowohl mit den ursprünglichen Massen, als auch mit Colonien von der erwähnten Platte Thierversuche angestellt. Wegen Mangels an Material wurden mit ersteren nur zwei Meerschweinchen intraperitoneal geimpft. Beide starben nach etwa 15 Wochen ziemlich zu gleicher Zeit. An den innern Organen konnte ausser einer allgemein verbreiteten venösen Hyperämie weder makro- noch mikroskopisch eine Läsion wahrgenommen werden. Culturversuche aus Herzblut, Milz, Leber, Nieren und Gehirn fielen vollkommen negativ aus. Mit Blut, Milz und Leber wurden weiter zwei weise Mäuse subcutan, zwei Meerschweinchen intraperitoneal, zwei Kaninchen intravenös geimpft. Sie blieben sämmtlich ohne Erscheinungen, und als nach 6 Monaten ein Meerschweinchen und eine weisse Maus getödtet wurden, waren alle Organe vollkommen gesund. Mit dem Plattenmaterial wurde ganz in derselben Weise wie mit den Organen der ersten Meerschweinchen verfahren. Auch hiernach wurde keines der Thiere krank, eine weisse Maus und ein Kaninchen, welche nach mehreren Monaten geschlachtet wurden, wiesen keinerlei pathologische Veränderungen auf.

In morphologischer Hinsicht sind zwischen den auf der Platte gewachsenen und den ursprünglichen Bacillen einige Unterschiede zu erwähnen (Fig. 6—9). Vor allem waren ihre Formen nicht so voll, so kräftig, so regelmässig entwickelt; sie machten im ganzen einen etwas verkümmerten Eindruck. Die metachromatischen Körner fanden sich viel weniger häufig vor und obschon fast nur verzweigte Exemplare vorkamen, so waren doch die regelmässigen **Y**-Formen ziemlich selten. Überall war die Neigung zu Krümmungen und Verbiegungen sehr deutlich ausgesprochen und an manchen Exemplaren fanden sich kolbenförmige und auch kugelige Anschwellungen (Fig. 7 und 8), welche sich durch intensivere Aufnahme und längeres Festhalten des Farbstoffes vor den übrigen Theilen des Bacillenleibes auszeichneten und in dieser Beziehung wohl als Analoga der metachromatischen Körner aufgefasst werden dürfen. Dieselben fanden sich sowohl an den Enden als auch an den Mittelstücken der verzweigten Formen vor. Es war ferner auffallend, wie häufig ganz kleine Nebenzweige von einem gerade weiter verlaufenden Hauptstamm senkrecht zu diesem abbogen, und zuweilen trugen diese selbst wieder einen oder mehrere ganz kurze senkrechte Seitensprossen (Fig. 9). Überhaupt waren hier die Winkel, unter welchen die Verästelungen stattfanden, ziemlich grossen Schwankungen unterworfen; ja, es wurden Exemplare beobachtet, bei welchen der Winkel zwischen Verzweigung und Axenrichtung des Mutterstammes über 90° betrug, sodass also rückwärts gerichtete Sprossen entstanden (Fig. 9b u. d). Wie schon in den Präparaten aus dem ursprünglichen Material war aber auch hier nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob die als Seitensprossen imponirenden Gebilde thatsächlich als solche, oder als im Wachsthum zurückgebliebene, mit der Fortsetzung des Hauptstammes gleichwerthige Bildungen aufzufassen sind. Dies dürfte überhaupt nur durch directe Beobachtung der wachsenden Zelle zu eruiren sein.

Das exquisite Wachsthum in verzweigten Formen nimmt bei dem beschriebenen Bacillus unstreitig das Hauptinteresse in Anspruch. Die Ähnlichkeit mit Formen, wie sie von Metsch-

nikoff[1]), Nocard und Roux[2]), Mafucci[3]) und Fischel[4]) für die Vogeltuberculose, von letzterem[4]), Coppen Jones[5]) und auf Anregung von E. Levy von Hayo Bruns[6]) auch bei Säugethiertuberculose beschrieben und abgebildet wurden, ist in hohem Grade auffällig. Man konnte um so eher geneigt sein, gerade an Vogeltuberculose zu denken, als nach Beobachtungen von Mafucci[3]) hiermit geimpfte Thiere, zuweilen ohne sichtbare anatomische Läsion zu Grunde gingen, was ja mit dem Befunde der zuerst geimpften Meerschweinchen stimmen würde. Aber die Erfolglosigkeit aller weitern Verimpfungen und Züchtungsversuche, sowie der negative mikroskopische Bacillenbefund in den Organen und die nur beschränkte Säurebeständigkeit unseres Bacillus zwingen uns doch, die Identität beider in Abrede zu stellen. Auch mit dem Lepra- und Actinomycespilz, und den von A. Neisser[7]), Babes[8]), Klein[9]), Kanthack[10]), Fränkel[11]), Bernheim und Folger[12]) beschriebenen verzweigten und kolbigen Formen des Diphtheriebacillus

---

1) E. Metschnikoff, Ueber die phagocytäre Rolle der Tuberkelriesenzellen. Virch. Arch., Bd. 113, S. 63, 1888.

2) Nocard et Roux, Sur la culture du bacille de la tuberculose. Ann. de l'Inst. Pasteur, Bd. I, p. 19, 1887.

3) A. Mafucci, Die Hühnertuberculose. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 11, S. 445, 1892.

4) Fischel, Untersuchungen über die Morphologie und Biologie des Tuberculoseerregers. Wien und Leipzig 1893.

5) Coppen Jones, Ueber die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes und über die Kolbenbildung bei Actinomycose und Tuberculose. Centralblatt für Bacteriologie, Bd. 17, S. 1, 1895.

6) Hayo Bruns, Ein Beitrag zur Pleomorphie der Tuberkelbacillen. In.-Diss., Strassburg 1895.

7) A. Neisser, Versuche über Sporenbildung bei Xerosebacillen etc. Zeitschrift für Hygiene, Bd. IV, S. 165.

8) Babes, Ueber isolirt färbbare Anteile von Bacterien. Zeitschr. f. Hygiene, Bd. V, S. 173, 1889. — Babes, a. a. O.

9) Klein, Reports of Local Governments Board. London 1889—90, p. 173.

10) Kanthack, In Allbut, System of Medicine, Bd. I, p. 719, London 1896.

11) Fränkel, Eine morphologische Eigenthümlichkeit der Diphtheriebacillen. Hygienische Rundschau, 1895, Nr. 8, S. 349.

12) Bernheim und Folger, Ueber verzweigte Diphtheriebacillen. Centr. f. Bact., Bd. 20, S. 1, 1896.

ist gewiss manche Ähnlichkeit vorhanden, wenn gleich auch diese Bacterien bei dem negativen Ausfall der Impf- und Culturversuche und auch dem übrigen Verhalten des verzweigten Microbions, wohl ohne Bedenken auszuschliessen sind. Der Fundort unseres Bacillus legte es endlich nahe, auch den Smegmabacillus mit in den Kreis dieser Betrachtungen zu ziehen. Ich habe, nachdem alle Untersucher die Züchtung desselben vergeblich unternommen, dieselbe nicht weiter versucht; ich habe aber zahlreiche Smegmaproben, von Männern wie von Frauen, auf Smegmabacillen und diese wieder speciell auf verzweigte Formen untersucht, letzteres ohne positives Resultat. Auch aus der Litteratur ist mir eine Angabe über Gabelungen beim Smegmabacillus nicht bekannt geworden. Nur in einer Abbildung in Flügge's[1]) Handbuch, welche dem Fränkel und Pfeiffer-schen Atlas entnommen ist, finde ich eine Form, die allenfalls als solche aufgefasst werden könnte. Der Text enthält aber darüber nichts näheres, so dass möglicherweise dies Bild nur als zufällige Aneinanderlagerung getrennter Individuen zu betrachten ist.

Wenn der beschriebene Bacillus somit auch als ein bisher noch nicht näher bekannter Mikroorganismus sich darstellt und bei der Schwierigkeit, ihn zu züchten, einer genaueren biologischen Untersuchung sich entzog, so dürfte er doch nach dem Gesagten in morphologischer Hinsicht wenigstens als naher Verwandter der eben in Betracht gezogenen Microbien anzuerkennen sein.

1) Flügge, Die Mikroorganismen, 1896, Bd. II, S. 517.

Ein neues aus einem Fall von Lepra gezüchtetes Bacterium aus der Klasse der Tuberkelbacillen. Studien über diese Klasse.

Von

Professor Dr. **E. Levy,**

Strassburg i. E.

(Aus der bacteriologischen Abtheilung des Laboratoriums der medic. Klinik (Prof. Dr. Naunyn) und aus dem hygien.-bact. Institut (Prof. Dr. Forster.)

Der Entdecker des Leprabacillus ist Armauer Hansen[1]) in Bergen. Er hat bereits Ende der Sechziger und Anfang der Siebziger Jahre dieses Jahrhunderts kleine stäbchenförmige Körper in den Geschwulstzellen der Aussatzknoten gefunden. Aber erst die bahnbrechenden Arbeiten von Robert Koch über den Milzbrand und über die Aetiologie der Wundkrankheiten brachten den norwegischen Forscher, wie er selbst erzählt, darauf, seine Untersuchungen wieder aufzunehmen, um mit den neuen Methoden die Bacteriennatur seiner Stäbchen zu constatiren. Neisser[2]) hat dann den Fund Hansen's bestätigt. Ihm gebührt das Verdienst als der Erste den Beweis erbracht zu haben, dass es sich beim Aussatz in der That um eine specifische Bacterienart handle. Seitdem wurde von den verschiedensten Autoren gezeigt, dass alle Organe der Leprakranken, die makroskopisch

1) Bacillus leprae, Virchow's Archiv, 1880, Bd. 79, S. 31.

2) Weitere Beiträge zur Aetiologie der Lepra. Vorläufige Mittheilung. Dasselbe, 1881, Bd. 84, S. 514.

als verändert sich erwiesen, auch mikroskopisch den Hansenschen Bacillus enthielten.[1])

Man hat nun selbstverständlich weiter versucht, die Leprastäbchen künstlich zu züchten, sie zum Wachsthum auf unseren todten Nährsubstraten zu zwingen. Ein solches Beginnen lag ja unbedingt nahe. War es doch Robert Koch gelungen, den Tuberkelbacillus, der mit den Lepramikroorganismen weitgehende Aehnlichkeiten besitzt, in Reincultur zu gewinnen. Diesem Unternehmen stellten sich aber, wie sich bald zeigen sollte, sehr grosse Schwierigkeiten entgegen, und man darf wohl sagen, dass eine Weiterzüchtung des Leprabacillus durch mehrere Generationen hindurch bisher nicht erzielt wurde. — Gleich Neisser[2]) bemühte sich, den Bacillus auf gelatinirtem Blutserum, gekochten Hühner- und Enteneiern im Brütofen bei 37—38° zum Wachsthum zu bringen. Er sah die überimpften Knötchen enorm langsam wachsen, sich im Verlauf von 3 Wochen nur um das Doppelte durch Bildung einer schmalen Randzone vergrössern. Tochterculturen hiervon schlugen fehl.

Bordoni-Uffreduzzi[3]) berichtet weiter über positive Resultate, die er bei Ueberimpfung von Knochenmark eines Lepraleichnams auf Peptonglycerinserum erhalten hatte. Die ersten Entwicklungsspuren zeigten sich nach 7 Tagen. Es bildeten sich längs des Impfstrichs leicht gelbliche, bandartige Colonien mit unregelmässigen Umrissen. Das Serum wurde nicht verflüssigt. Auf Glycerinagar waren die Colonien klein, rundlich von weisslich grauer Farbe, in der Mitte ziemlich dick, in der Peripherie dünner mit zackigen Rändern. Während anfangs der von Bordoni-Uffreduzzi gefundene Mikroorganismus nur langsam und bei Brütofentemperatur fortkam, gewöhnte er sich später in den Tochterculturen allmählich an das saprophytische Dasein. Die

1) Siehe das ausführliche Referat von Wolters: Der Bacillus leprae, Centralbl. f. Bacteriol., 1893, Bd. 13, S. 469.

2) Histologische und bacteriologische Lepraauntersuchungen, Virchow's Archiv, 1886, Bd. 103.

3) Ueber die Cultur der Leprabacillen. Zeitschr. f. Hygiene und Infectionskrankheiten, 1888, Bd. 3, S. 178.

Culturen wurden üppiger und passten sich sogar der Gelatine an. Er erzeugte auf diesem Nährboden kleine isolirte Colonien, die sich unregelmässig rundlich darstellten. Die Bordoni-Uffreduzzi'schen Bacillen färben sich nach der Koch-Ehrlich-schen Methode, sie nehmen dagegen selbst nach 24 stündigem Verweilen in Löffler's alkalischer Methylenblaulösung keine Farbe an, während Tuberkelbacillen zur Controle untersucht in derselben Zeit diese Farbe wohl annahmen.

Gianturco[1]) war in der Lage, aus einem nicht ulcerirten Hautknoten eines Leprakranken die Bordoni-Uffreduzzi'-schen Stäbchen wieder zu finden. Nur will er im Gegensatz zu letzterem einen leichten Grad von Eigenbewegung bei seinem Bacillus gesehen haben.

Boinet[2]) beschreibt gleichfalls Lepraculturen, die er in Tonkin auf gewöhnlichem Agar-Agar ohne Brütofen bei der dort herrschenden Temperatur, welche kaum unter 30—32° herunterging, erzielt hatte.

Nach zahlreichen, vergeblichen Versuchen den Leprabacillus aërob zu gewinnen, sah Campana[3]), als er die anaëroben Culturmethoden heranzog, Colonien aufgehen, welche Stäbchen aufwiesen, die dem Ansehen nach dem Leprabacillus glichen. Gegenüber der Koch-Ehrlich'schen Färbung verhielten sie sich jedoch ablehnend. Ducrey[4]), der die Untersuchungen von Campana einer Nachprüfung unterzog, vermochte dasselbe anaërobe Mikrobion wieder zu züchten.

Durch die Freundlichkeit von Herrn Professor Wolff hier, dem ich hierfür zu grossem Danke verpflichtet bin, war es mir ermöglicht, gleichfalls einen Fall von Lepra bacteriologisch zu untersuchen. Der Patient, um den es sich handelte, hatte in der französischen Fremdenlegion gedient, war mit derselben nach China und Tonkin verschifft worden. Die ersten Anfänge seiner Erkrankung datiren in das letzte halbe Jahr seines Aufenthaltes

1) Referat, Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 6, S. 702.
2) La lèpre a Hanoi-Tonkin. Revue de médecine, 1890, Tome 10, p. 609.
3) Referat, Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 9, S. 733.
4) Referat, Monatshefte für praktische Dermatologie, Bd. 15, S. 312.

in Tonkin (1886) zurück. Die Krankheit nahm ganz allmählich zu, und es entwickelte sich langsam das typische Bild eines Falles von Lepra mixta. In zwei Knötchen am linken Vorderarm und Handgelenk, die zwecks mikroskopischer Untersuchung excidiert wurden, konnte Herr Professor Wolff die charakteristischen Stäbchen nachweisen. Und auch mir ist es gelungen, in einem Stückchen Hautnerv, das mir gütigst zur Disposition gestellt wurde, die Leprabacillen aufzufinden. Nach ihrer specifischen Färbung, nach ihrer Lagerung konnte beide Male gar kein Zweifel bestehen; es waren die typischen Hansen'schen Stäbchen.

Mitte December 1893 hatte Herr Professor Wolff die Güte, für mich unter allen aseptischen Cautelen ein nicht ulcerirtes Knötchen des rechten Vorderarms bei unserem Patienten herauszuschneiden. Als Nährboden hatte ich mir Glycerinagar gewählt, welches ich jedoch in möglichst hoher Schicht mit dem steril aufgefangenen Blut des Kranken bestrichen hatte. Als Entnahmestelle diente mir ein gesunder Finger. Das Knötchen wurde zwischen zwei geglühten Scalpellen zerquetscht und von seinem Inhalt auf 10 derartige Blut-Glycerinagarröhren überimpft. Die Röhrchen wurden mit Gummikappen versehen und in den Brütofen bei 37° gestellt.

In der ersten Zeit war in keinem der Gläser etwas von Wachsthum zu bemerken. Nach dem fünften Tage aber zeigten sich in zwei der Blutagarculturen die übertragenen kleinen Gewebsstücke wenig aber deutlich vergrössert, es hatte sich um sie herum eine feine durchsichtige Randzone gebildet. Dieselbe nahm in den nächsten Tagen an Umfang und an Dicke zu, sie bekam unregelmässige Umrisse mit kurzen plumpen zackigen Ausläufern, faltete sich sodann und erhielt schliesslich im Verlauf von 14—20 Tagen ein Ansehen, das entschieden sehr an 3—4 Wochen alte Glycerinagarculturen von Säugethier-Tuberculose erinnerte.

Von diesen beiden Stämmen legte ich neue Blutagarröhrchen an. Diese Tochterculturen wuchsen anfangs kümmerlich, später jedoch nach 5—6 Passagen immer energischer, schliesslich acclimatisirten sie sich so vollständig, dass sie nunmehr auf gewöhnlichem Glycerinagar fortkamen. Die Entwickelung fand sogar

jetzt auch auf Gelatine bei 20—22° statt. Diese Acclimatisation an die Nährböden ist an und für sich ja gar nichts Ungewöhnliches. Man kennt ähnliche Verhältnisse bei vielen Mikrobien. So konnte ich in Uebereinstimmung mit anderen Autoren bei zahlreichen Ueberimpfungen von tuberculösem Material auf Glycerinagar niemals Wachsthum erzielen, und trotzdem gedeiht der Bacillus der menschlichen Tuberculose nach einigen Generationen, die er auf Blutserum verbracht, ganz üppig auf dem genannten Material.

Unsere Culturen boten, als der Bacillus sich vollständig der saprophytischen Lebensweise angepasst hatte, folgenden Anblick dar: Auf Glycerinagar bildeten sich bei frischer Uebertragung nach 3—4 Tagen eine Menge von kleinen Knötchen und Schüppchen, die sehr dicht bei einander stehen. Dieselben besitzen eine weisslich graue Farbe und haften ziemlich fest der Oberfläche des Nährmaterials an. Später vergrössern sich einige dieser Knötchen, besonders die ganz vereinzelt stehenden; sie bekommen unregelmässige Contouren, werden dicker, ragen deutlich über das Niveau des Agars hervor und zeigen nunmehr ihrerseits kleinere runde oder warzenähnliche Vorsprünge und Ausläufer. Die kleineren und grösseren Knötchen bilden eine plastische Masse, die sich nur in toto abheben und mit vieler Mühe mit der Nadel zerkleinern lässt. Aehnliche Bilder wie die beschriebenen können auch durch Confluenz mehrerer ganz kleiner isolirter Colonien entstehen. In diesem Stadium weisen die Culturen entschieden einige makroskopische Aehnlichkeit mit denen der Säugethiertuberculose, die gleichfalls auf Glycerinagar gewachsen sind, auf. Nur geht die Entwickelung rascher vor sich als bei der Tuberculose, so dass in der Hinsicht die beiden Mikrobien nicht miteinander verwechselt werden können.

Auf Blutserum, gewöhnlichem sowohl wie Löffler'schem, geht das Wachsthum in ähnlicher Weise vor sich unter Bildung dieser dicken, compacten, fest adhärenten, trocknen Schuppen.

In Bouillon kommt unser Mikrobion zwar ebenfalls fort, aber doch nicht so gut wie auf festem Nährsubstrat. Es entstehen eine Menge grösserer und kleinerer Häutchen, die in der Flüssig-

keit anfangs flottiren, schliesslich aber zu Boden sinken, während die überstehende Flüssigkeit vollständig klar bleibt.

Gelatine liess anfangs ein beschränktes Wachsthum zu, aber nur bei einer Temperatur von 20—22°; später jedoch kam es auch zu einer deutlichen Entwickelung bei gewöhnlicher Zimmertemperatur. Im Impfstich selbst sind nur wenige unregelmässige Körner zu bemerken, an der Oberfläche erscheinen graue Schüppchen, die dieselben Eigenthümlichkeiten darbieten wie die Auflagerungen des Glycerinagars, nur nicht so dick werden.

Ich prüfte nun weiter den Einfluss der Anaërobiose. Da lässt sich im grossen und ganzen sagen, dass der Mikroorganismus bei Sauerstoffabwesenheit zwar wächst, aber lange nicht in so üppiger Weise wie bei freiem Zutritt dieses Gases.

Die von mir gefundenen Bacillen stellen schlanke, leicht gekrümmte Stäbchen dar, deren Länge im Mittel 4 μ, deren Dicke 1,3 μ beträgt. Sie sind unbeweglich; bilden für gewöhnlich 20—30 μ grosse Ketten. In diesen Fadenverbänden kommt die gekrümmte Gestalt des Bacillus mehr zum Ausdruck; es zeigen sich nämlich unter ihnen deutlich gewundene Exemplare, sog. Spirulinen. Unser Mikrobion besitzt häufig eine kolbenförmige Endanschwellung, wodurch dann eine Figur entsteht, die sehr an die lange schlanke Form des Diphtheriebacillus erinnert. Diese Endkeulen erreichen eine Breite von 2,3—3,4 μ. Weisen die Verbandformen die Verdickung auf, dann besteht dieselbe nur an einem Ende des Fadens, während das andere Ende ganz dünn, peitschenförmig ausläuft. Diese zarten Fortsätze besitzen nur eine Dicke von 1,5—1,8 μ.

Mit grossen Erwartungen eigentlich ging ich an die Färbung meiner Mikroorganismen heran. Dieselben haben sich jedoch nicht erfüllt. Mit heissem Carbolfuchsin 1 Minute lang tingirt, vertragen die Bacillen einige Secunden die Entfärbung mit absolutem Alkohol; sie halten auch wenige Secunden die Behandlung mit ganz dünner Salpetersäure aus, dagegen gar nicht die Fränkel-Gabbett'sche Entfärbung und Contrastfärbung mit Salpetersäure-Methylenblau. Von einer specifischen Färbung im Sinne der charakteristischen Farbenreaction der Tuberkelbacillen

kann also keine Rede sein. Gram deutlich positiv. Bei der Fränkel-Gabbett'schen Methode behalten jedoch die meisten Pole der kolbenförmigen Endanschwellungen die dunkelrothe Farbe, während der ganze Bacillenleib vollständig entfärbt wird. Allerdings sieht man in nicht wenigen Stäbchen ausserdem noch schwarzrothe Körnchen, bald eines in der Mitte des Bacillus, bald eines an einem Ende, bald an jedem Ende eines und schliesslich manchmal drei im Zellleib. Diese rundlichen oder länglichen Gebilde sind wohl als metachromatische Körperchen aufzufassen, um deren Kenntnis sich zuerst Babes, später Ernst Verdienste erworben haben. Ob diese Babes-Ernst'schen Körperchen mit der Sporenbildung in enge Beziehung zu bringen sind, wie dies von Anfang an die Ansicht ihres Entdeckers gewesen, liess sich in unserem Fall nicht entscheiden, da der aus Lepra gezüchtete Bacillus keine Sporen producirt.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit aber bietet unser Mikrobion; es zeigt Verzweigungen, die sowohl in gefärbten wie in ungefärbten Präparaten zu constatiren sind. Der Grundtypus, welcher bei den Verzweigungen meist wiederkehrte, war die Y-Form. Die beiden Theilungsschenkel erwiesen sich häufig als gleich gross, bisweilen trat die Länge des Einen stark zurück, so dass hierdurch der Eindruck von Hauptstamm und Seitenzweig, resp. einer Knospe entstand. Diese Zweige boten nämlich nicht selten die keulenartigen Endverdickungen dar, die wir vorhin eingehend beschrieben haben. An der Theilungs- oder Knospungsstelle fand sich manchmal ein metachromatisches Körperchen. Näher auf die so merkwürdigen Theilungsformen, welche ja in in den letzten Jahren das Interesse der Morphologen in hohem Maasse in Anspruch genommen haben, einzugehen, halte ich für überflüssig, da in demselben Hefte eine Arbeit meines Schülers und Freundes Dr. Stolz erscheint (s. S. 156) welcher auf meine Veranlassung einen neuen, bisher unbekannten Bacillus mit constanter Verzweigung, den wir in einem Falle von Pyelonephritis in puerperio fanden, einer genauen Prüfung unterzog. Auch für die näheren Literaturangaben verweise ich auf die Abhandlung von Stolz.

Die Thierinfectionsversuche, welche ich mit meinem Bacillus angestellt, sind alle sammt und sonders negativ ausgefallen. Es wurden zahlreiche Mäuse, Meerschweinchen, Kaninchen cutan, subcutan, intraperitoneal, intravenös und in die vordere Augenkammer geimpft; keines dieser Thiere zeigte nur auch das geringste Symptom von Krankheit. Einzelne von ihnen wurden nach 1, 2 und mehr Wochen getödtet; die Autopsie ergab bei allen nur normale Verhältnisse.

Wenn wir uns nunmehr die Frage vorlegen, was für einen Mikroorganismus wir hier vor uns haben, so muss von vornherein betont werden, dass nicht daran zu denken ist, mit irgend welcher Bestimmtheit zu behaupten, es handle sich um den richtigen specifischen Bacillus der Lepra, um dasselbe Stäbchen, welches Hansen uns kennen lehrte. Dem steht vor Allem der Umstand im Wege, dass der Bacillus sich tinktoriell nicht so verhält, wie man das sonst beim Lepramikrobion zu sehen gewohnt ist. Man sagt im allgemeinen, dass in seinem Färbeverhalten das Hansen'sche Stäbchen die Mitte einnimmt zwischen den Tuberkelbacillen und den übrigen Mikroorganismen, dass er mit Leichtigkeit die gewöhnlichen Anilinfarben, besonders die Violette und das Fuchsin, annimmt, dass er aber einmal gefärbt sich ähnlich den Tuberkelbacillen säure- und alkoholbeständig erweist. Diese leichte Färbbarkeit gilt hauptsächlich für frisch ausgepressten leprösen Gewebssaft, für frische Gewebsstücke. Nun liesse sich vielleicht zu Gunsten unseres Mikroorganismus anführen, dass eben noch Niemand einen saprophytischen Leprabacillus, wenn dieser Ausdruck gestattet ist, nach zahlreichen Generationen auf sein Färbevermögen zu untersuchen Gelegenheit gehabt hat, dass also noch Niemand wissen kann, wie in künstlichen Culturen der Leprabacillus den Farben gegenüber sich benimmt. Vielleicht ganz anders wie in den Geweben. Das wäre ja an und für sich gar nichts Wunderbares. Wissen wir doch von vielen Bacterien, dass sie im Innern der Gewebe sich schwerer, unter Umständen viel schwerer tingiren lassen, wie in den Reinculturen. Auch der Leprabacillus, aus den kranken Partien mit dem Gewebssaft auf Deckgläschen aus-

gepresst, ist lange nicht so säurefest wie in den Gewebsschnitten; es ist dies eine Thatsache, auf die mich zuerst Herr Dr. Kral in Prag aufmerksam gemacht hat. Die künstlichen Tuberkelbacillenculturen entgehen schliesslich diesem Schicksal gleichfalls nicht. Hat doch Babes[1]) gezeigt, dass sie in älteren Generationen bald ihre intensive Färbbarkeit nach Ehrlich verlieren und dann leicht mittels concentrirter Methylenblaulösung dargestellt werden können. Nichtsdestoweniger bin ich trotz aller dieser Erwägungen nicht in der Lage, aus meiner Reserve herauszutreten. Die Thierexperimente sind resultatlos verlaufen; dieser Misserfolg würde uns bei der Deutung unseres Bacillus als Lepraerreger keineswegs stören. Sind doch unzählige Versuche mit Lepraprodukten an Thieren und zwar nicht bloss am gewöhnlichen Laboratoriumsmaterial, sondern auch an Affen, Hunden, Schweinen, Ziegen, Katzen, Hühnern etc. ausgeführt worden. Aber alles ohne rechten Erfolg. Nur vereinzelte Angaben über gelungene Impfungen finden sich in der Literatur[2]); so glaubt Neisser bei 2 Hunden durch subcutane Einverleibung locale Leprose erzielt zu haben. Weiter bekamen Damsch und später Vossius bei Uebertragung in die vordere Augenkammer Befunde, die sie für circumscripte Lepra ansehen zu dürfen glauben. Bei allen diesen Beobachtungen kam es zu keiner Verallgemeinerung des Processes. Campana, Leloir, Wesener hatten ähnliche Ergebnisse zu verzeichnen, als sie lepröses Material verimpften, welches lange Zeit in Alkohol conservirt war. Sie glauben infolgedessen nicht an eine Vermehrung der Leprabacillen, sondern nur an eine Verschleppung derselben durch die Leucocyten. Die einzigen, früher als positiv gedeuteten Experimente von Melcher und Ortmann, bei welchen nach Inoculation in die vordere Augenkammer von Kaninchen Allgemeininfection erfolgte, werden jetzt von den meisten Autoren so aufgefasst, dass es sich bei dem Material spendenden Falle oder Fällen um

---

1) Babes, Beobachtungen über die metachromatischen Körperchen etc., Zeitschr. f. Hygiene u. Infectionskrankheiten, Bd. 20, S. 412.

2) Vgl. das ausführliche Referat von Wolters im Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 13, S. 469.

eine Mischinfection von Lepra und Tuberculose gehandelt habe, dass die Thiere an Tuberculose zu Grunde gegangen, dass die beiden Processe mit einander verwechselt wurden. Das gleiche Schicksal erfolglos oder nicht einwandsfrei ausgefallen zu sein, theilen auch die Impfversuche am Menschen. Negativ in der Hand Danielsen's, der sich und andere Personen mit Knotenmasse, Blut u. s. w. impfte, fiel das Experiment Arning's positiv aus, der auf einen zum Tode verurtheilten Verbrecher Lepra übertrug. Dieser Fall wird jedoch, wie erwähnt, stark angezweifelt, da die Incubationszeit auffallend kurz sich gestaltete, nur 16 Monate betrug und der ganze Verlauf sich schnell in 5 Jahren abspielte, da weiter der Verbrecher aus einer sehr empfänglichen Rasse stammte und in seiner Familie bereits Erkrankungen an Lepra vorgekommen waren.

Zu welcher Klasse von Mikroorganismen gehört nun der von uns aus dem Falle von Lepra gezüchtete Bacillus? In den Culturen für das Betrachten mit blossem Auge hat er entschieden Aehnlichkeit mit Glycerinagarculturen von Säugethiertuberculose. Die einzeln stehenden unregelmässigen, höckerigen, trockenen Colonien lassen sich nur in toto abheben, schwer verreiben. Die Bouillon bleibt klar, es bilden sich die flottirenden zusammenhängenden Membranen. Nur ist das Wachsthum, besonders in den späteren Generationen, viel rascher wie bei dem Erreger der Tuberculose. Allerdings muss hier bemerkt werden, dass auch der Tuberkelbacillus unter Umständen ausserordentlich üppig gedeiht. Wenn man einen Brütofen zur Verfügung hat, der einzig und allein der Züchtung des Tuberculosemikrobions dienen kann, denselben auf 37,8° einstellt, dafür sorgt, dass die Atmosphäre im Brütraum immer mit Wasserdampf gesättigt ist, die Gummikappen von den Röhrchen weglässt, damit der Sauerstoff der Luft ungehinderten Zutritt hat, so erhält man in einer Woche bereits eine dermaassen reichliche Entwickelung der acclimatisirten Culturen, wie man sie sonst erst in 3—4 Wochen zu sehen bekommt.

Weitere makroskopische Aehnlichkeit bietet unser Bacillus entschieden noch mit dem aëroben Actinomycespilz und mit dem

Mikrobion des Farcin des boeufs von Nocard. Diese Aehnlichkeit ist um so bemerkenswerther, als die beiden genannten Species in den Krankheitsproducten sowohl, als auch bei ihrem künstlichen Wachsthum auf den Nährböden über stark ausgeprägte Verzweigungen verfügen. Verzweigte und keulenartige Formen weist aber auch der Tuberkelbacillus auf. E. Klein[1]) hat zuerst verzweigte mycelartige Fäden mit kolbigen Endanschwellungen bei demselben beschrieben und die Schlussfolgerung gezogen, dass die Tuberkelbacillen, wie sie im Organismus, weiter in den Culturen während der ersten Monate angetroffen werden, nur eine Phase im Lebenscyclus eines den Mycelpilzen morphologisch verwandten Mikroorganismus darstellen. Ob Klein mit Säugethier- oder Geflügeltuberculose gearbeitet hat, geht aus seiner Abhandlung nicht hervor. Es folgt die kurze Notiz von Roux und Nocard[2]) bei Gelegenheit ihrer Beschreibung eines neuen Nährmaterials für den Tuberkelbacillus. In einer mehrere Monate alten, bei höherer Temperatur gewachsenen Cultur trafen sie verlängerte, aufgetriebene Formen nebst Verzweigungen. Metschnikoff[3]) erwähnt dann besondere Wachsthumserscheinungen bei Tuberkelbacillen, die er drei bis sechs Monate bei einer Temperatur von 43,6° gezüchtet hatte. Es waren dies stark verlängerte Fäden, die an einem oder beiden Enden kolbig aufgetrieben erschienen, die weiter entweder in ihrer Mitte, häufiger aber im Bereich der Endanschwellung Knospen trieben, die gewöhnlich unter rechtem Winkel den Stamm verliessen. Metschnikoff bezeichnet diese Gebilde als Entwickelungsstufen, die in die Categorie der normalen Involutionsformen gehören. Metschnikoff hat offenbar mit Geflügeltuberculose gearbeitet, was schon daraus hervorgeht, dass seine Culturen bei 43,6° gestanden waren, einer Temperatur, die dem Mikrobion der Säugethiertuberculose nicht mehr

---

1) Klein, Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 7, S. 793 u. 794.

2) Nocard et Roux, Sur la culture du bacille de la tuberculose, Ann. de l'Institut Pasteur, 1887, Nr 1.

3) Metschnikoff, Ueber den phagocytären Einfluss der Tuberkelriesenzellen, Virchow's Archiv, 1888, Bd. 113.

zusagt. Zu demselben Schluss war bereits Maffuci[1]) gekommen, der ausdrücklich betont, dass pleomorphe Formen nur in Reinculturen von Geflügeltuberculose vorkommen. Babes[2]) hatte bereits kurze Zeit nach der Entdeckung des Tuberculoseerregers Verzweigung, Kolben und Fadenbildung bei Tuberkelbacillen gesehen und abgebildet, ohne jedoch näher auf den Gegenstand einzugehen. Fischel[3]) erzielte durch Uebertragung von menschlichen Tuberkelbacillen auf Eier und Rückimpfung auf Glycerinagar mit Borsäurezusatz lange Fäden mit vielfach verästelter Kolbenbildung, welche er als wahre Verzweigung annehmen zu dürfen glaubte. Dixon[4]) ist es wiederholt gelungen, verästelte Tuberkelbacillen zu erhalten, indem er dem Agar Glycerin in grösserer Menge beifügte und die Röhrchen bei 40° hielt. Ich habe dann durch meinen Schüler und Freund Dr. Hayo Bruns[5]) typische Verzweigungen beschreiben lassen, die wir rein zufällig in zwei Glycerinagarculturen von Säugethiertuberculose fanden. Diese Culturen waren nebst zahlreichen anderen ein halbes Jahr vorher angelegt worden und hatten die ganze Zeit bei 37° gestanden. Die Verzweigungen waren in einzelnen Präparaten ausserordentlich ausgeprägt und entsprachen noch am meisten denjenigen der Nostocaceen, z. B. von Scytonema. Zu gleicher Zeit mit der Dissertation von Bruns erschien die Abhandlung von Coppen-Jones[6]), der durch zwei neue Präparationsweisen, durch Maceration besonders in Ranvier'schem Alkohol, Einbetten der Cultur in Paraffin und Anfertigung von Schnitten, viele Bacillenfäden aufzufinden in der Lage war, die Nebenäste und Zweige aufwiesen. In Bezug auf das Auftreten von Knospen resp. Zweigen kann also unser Mikroorganismus ohne Weiteres

1) Maffuci, Ueber Geflügeltuberculose, Zeitschr. f. Hygiene, Bd. 11.

2) Babes, s. oben, a. a. O.

3) Fischel, Ueber die Morphologie und Biologie des Tuberkuloseerregers, Wien 1893.

4) Dixon, Referat, Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 15, S. 492.

5) H. Bruns, Ein Beitrag zur Pleomorphie der Tuberkelbacillen. Inauguraldissertation, Strassburg, 1895 und Centralbl. f. Bacteriol., Bd. 17, S. 817.

6) Coppen-Jones, Ueber die Morphologie und systematische Stellung des Tuberkelpilzes etc., Centralbl. f. Bacteriol. Bd. 17, Nr. 1 u. 2.

mit den Tuberkelbacillen in Parallele gestellt werden. Was aber für mich den ganzen Gegenstand um so interessanter machte, war der Umstand, dass Babes[1]) bereits im Jahre 1882 und 1883 beim Leprabacillus in den Geweben diese eigenthümlichen Wachsthumsformen beobachtet hat. Er gibt in seiner schon mehrfach citirten Abhandlung die betreffende Figur wieder. Dieselbe stellt eine Leprazelle dar, in welcher theils gekörnte, theils glatte Stäbchen sich befinden, an denen »die Verzweigung oder Knospenbildung sowie die eigenthümlichen ganz dunklen oder in der Mitte hellen Endkolben oder sporenartigen birnförmigen Anschwellungen deutlich zu sehen sind«.

Auch bei den Diphtheriebacillen sind seit längerer Zeit Knospungen, Verzweigungen constatirt und abgebildet worden; die betreffende Literatur hat Stolz zusammengestellt, so dass ich darauf verweisen darf. Man findet nun aber weiter bisweilen in ganz jungen, 24stündigen Diphtherieculturen Riesenformen mit grossen Endkeulen, als grosse Hanteln. Ich hatte eine derartige Cultur zur Verfügung und überliess dieselbe meinem Schüler Meyerhof zu genauerem Studium. Derselbe wird die von ihm gewonnenen Resultate in seiner demnächst erscheinenden Dissertation veröffentlichen. Auf Grund dieser Befunde von Verästelung, seitlicher Sprossung bei Diphtherie und Tuberculose hat man den Versuch gemacht, diese Mikroorganismen aus der Gruppe der Bacterien auszuscheiden und sie in Beziehung zu bringen mit einer anderen Klasse, nämlich mit der der Actinomycose. Makroskopisch und bei schwacher Vergrösserung bietet dieselbe weitgehende Aehnlichkeiten mit den Schimmelpilzen dar, mikroskopisch dagegen bekommt man Bilder, die sich mehr den Bacterien wiederum nähern; lange, dünne Fäden, welche in ihren Jugendformen keine Zusammensetzung aus einzelnen Stäbchen erkennen lassen, die weiter seitliche, meistens rechtwinklige Sprossungen besitzen. In der dritten Auflage des Lehrbuches von Flügge hat Kruse[2]) die hierher gehörigen

1) Babes, a. a. O., S. 415, Fig. 9a u. 9b.

2) Kruse in Flügge, die Mikroorganismen, S. 47—51, 3. Aufl., 1896.

Mikroorganismen unter dem Namen Streptotricheen zusammengefasst. Nach ihm dürfte die Wahrscheinlichkeit eher für eine Ableitung der Diphtherie- und Tuberculosegruppe aus seinen Streptotricheen als für die umgekehrte sprechen. Lehmann und Neumann[1]) in ihrem Atlas und Grundriss der Bacteriologie beschreiben Diphtherie und Tuberkelbacillen direct als Fadenpilze, Hyphomyceten. Sie stellen drei Gattungen neu auf: 1. Corynebacterium von *Κορύνη*, Keule, da die Stäbchen an den Enden meist kolbig angeschwollen sind. Sie rechnen dazu Diphtherie und Pseudodiphtherie, den Xerosebacillus und die Pseudotuberkelbacillen von Preiss und Kutscher. 2. Mycobacterium, geben die typische Farbenreaction der Tuberkelbacillen. Hier werden aufgezählt: Säugethiertuberculose, Geflügeltuberculose, Lepra und anhangsweise der Smegmabacillus und der Lustgarten'sche sog. Syphilisbacillus. 3) Oospora; diese Gattung entspricht im grossen und ganzen der Actinomycesgruppe, den Streptotricheen von Kruse. Den alten Wallroth'schen Namen Oospora haben Lehmann und Neumann auf Grund der Abhandlung von Sauvageau und Radais[2]) wieder eingeführt. Migula[3]) endlich rechnet Actinomyces zu seinen Chlamydobacteriaceae und zwar zu der Classe Cladothrix. Je nachdem wir nun uns zu einer oder anderen von diesen Nomenclaturen bekennen, müssen wir unseren aus einem Falle von Lepra gewonnenen Bacillus als verwandt der Gattung Cladothrix von Migula bezeichnen. Oder wir bringen ihn bei Lehmann und Neumann in der Klasse Corynebacterium unter; als Mycobacterium dürften wir ihn nicht einführen, da er die specifische Färbbarkeit der Tuberkelbacillen nicht aufweist. Nach Kruse hätten wir das Recht, ihn in genetischer Beziehung zu den Streptotricheen zu bringen. So viel, glaube ich, steht fest, dass er verwandt zu nennen ist dem

1) Lehmann und Neumann, Atlas und Grundriss der Bacteriologie, 1896, S. 107—109 u. S. 350—393.

2) Sauvageau et Radais, Sur les genres Cladothrix, Streptothrix etc., Annales de l'Institut Pasteur, Tome 6, 1892, p. 242.

3) Migula, Die natürlichen Pflanzenfamilien von Engler und Prantl, 129. Lieferung: Schyzophyten etc.

Tuberkelbacillus und dem Actinomyces. Herr Dr. Kral aus Prag, dem ich meinen Bacillus übersandte und der die Freundlichkeit hatte, denselben zu untersuchen, kommt gleichfalls zum Schluss, dass er nahe stände den eben genannten Mikrobien und ausserdem noch dem von Nocard entdeckten Erreger des Farcin du boeuf. Herr Prof. Metschnikoff, der gleichfalls so gütig war, meinen Mikroorganismus sich anzusehen, schrieb mir, dass es sich um ein interessantes Lebewesen handelte; da derselbe jedoch sich durch Säure und Alkohol entfärbte, so hätte man nicht das Recht, ihn als Leprabacillus aufzufassen. Beiden Herren möchte ich für ihre überaus grosse Liebenswürdigkeit auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank aussprechen.

Zum Schluss sei es mir gestattet, auf einen Punkt in der Verwandtschaft mit dem Strahlenpilz noch aufmerksam zu machen. Der Actinomycesmikroorganismus, dessen hervorragende Wichtigkeit bei der Beurtheilung dieser complicirten morphologischen Verhältnisse wiederholt betont wurde, weist in seinen culturellen und mikroskopischen Merkmalen bei den einzelnen Autoren grosse Differenzen auf, Differenzen, welche so weit gehen, dass Kruse[1]) in Flügge's Lehrbuch ihn in zwei Species trennt: in Streptothrix Actinomyces Rossi Doria und in Streptothrix Israeli. Der erstere wächst wesentlich aërob, der zweite vorwiegend oder gar ausschliesslich anaërob. Der erstere bildet regelmässig schöne, verzweigte Fadennetze, der zweite nur, wenn man ihn auf Eiern züchtet, in den übrigen Culturen der sonst üblichen Nährböden dagegen nicht. Kruse betont, dass der Befund, der von Israel in gemeinschaftlicher Arbeit mit Wolff gemacht worden, bisher von anderer Seite noch keine Bestätigung gefunden hat. Ich kann dem gegenüber erwähnen, dass es mir gelungen ist, in 5 Fällen von menschlicher Aktinomycose, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, dieselben Culturen mit genau denselben Merkmalen wieder zu gewinnen. Vielleicht war darin ein kleiner Unterschied zu constatiren, dass mein Strahlenpilz ganz streng anaërob war und aërob gar nicht fortkommen wollte. Was aber

1) Kruse, a. a. O., S. 56 u. 57.

für mich als das Interessanteste sich erwies, war der Umstand, dass dieser anaërobe Actinomyces mikroskopisch dieselben Bilder in einzelnen Präparaten darbot, wie der aus dem Falle von Lepra cultivirte Bacillus. Es waren darin dieselben längeren Fäden mit dem einen keulenförmig verdickten, dem anderen peitschenschnurartig zulaufenden Ende zu sehen, die vorkommenden Stäbchen waren theils schlank, theils kolben- oder hantelnartig. Verzweigungen resp. Knospung kam nur selten vor, aber dann immer in der Form, wie ich sie oben bei meinem Bacillus beschrieben habe. Ich schliesse mich desshalb Kruse vollständig an, der meint, dass durch derartige Beobachtungen die Verwandtschaft der Actinomycesgruppe mit der Diphtheriegruppe und, ich darf wohl auf Grund meiner Untersuchungen hinzufügen, auch mit der Tuberculosegruppe auf das Schönste illustrirt wird.

Nachtrag bei der Korrektur: Durch Untersuchungen, die Herr Dr. Lachner-Sandoval im Institut für Hygiene und Bacteriologie hier unter Leitung von Herrn Professor Forster und mir über die Gattung Oospora ausgeführt hat, und über die Herr Lachner später ausführlich berichten wird, sind wir neuerdings gleichfalls zu der Ueberzeugung gelangt, dass die ganze Gruppe des Actinomyces den Hyphomyceten zuzuzählen ist.

15

Untersuchungen über die Entwässerungsverhältnisse der Stadt Rostock.

Von

Dr. R. Balck,

Assistenten des hygienischen Instituts zu Rostock.

(Aus dem hygienischen Institut zu Rostock.)

Rostock besitzt kein einheitliches Kanalsystem, sondern entwässert sich durch eine grössere Anzahl von Sielen (17), die nach Bedarf ganz allmählich angelegt wurden und alle in die Warnow innerhalb des Stadtbereiches münden. In der Altstadt sind dieselben mit Ausnahme eines Sieles, das zugleich zur Bodenentwässerung dient, ziemlich klein und folgen, einander parallel, dem Laufe der zum Strande führenden Strassen, während die Querstrassen durch kurze Seitenstränge in diese entwässert werden. Die Länge dieser Kanäle ist gering und schwankt mit Ausnahme des noch zu erwähnenden Grubensieles zwischen 114 und 2460 m. Die beiden Vorstädte, die erst in den letzten Jahrzehnten entstanden, werden dagegen durch drei grössere, planmässig angelegte Sielsysteme entwässert, von denen zwei selbständig in den Fluss münden, während das dritte dem Grubensiele angeschlossen ist. In der nachfolgenden Uebersicht[1]) sind die Siele nach Länge und Entwässerungsfläche angeführt.

1) Diese und noch viele andere Daten, die für meine Arbeit bedeutungsvoll waren, verdanke ich dem Herrn Hafenbaudirektor Kerner, dessen freundliches Entgegenkommen mir auch die Probeentnahme der Sielwässer wesentlich erleichterte. Ich darf den Dank, den ich ihm für seine Unterstützung schulde, auch noch an dieser Stelle zum Ausdruck bringen.

Tabelle I.

	Länge	Entwässerungsfläche
	m	qm
1. Bagehl	345	15 255
2. Gärbergang	114	4 502
3. Gärberbruch	262	12 377
4. Küterbruch	413	23 210
5. Slüterstrasse	467	24 047
6. Grubenstrasse	10 721	636 090
7. Grosse Mönchenstrasse	565	28 359
8. Kossfelderstrasse	668	33 978
9. Burgwall	486	22 392
10. Lagerstrasse	1 346	65 016
11. Wokrenterstrasse	2 460	180 045
12. Schnickmannstrasse	1 119	52 880
13. Badstüberstrasse	803	42 738
14. Grapengiesserstrasse	1 163	53 069
15. Fischerstrasse	1 313	63 305
16. Friedrichstrasse	13 089	966 153
17. Fritz-Reuterstrasse	3 637	348 109
	45 700	2 571 525

Das Sielwasser besteht zu $^3/_4$ aus den Schmutzwässern der Haushaltungen, der Rest kommt auf die geringe Industrie Rostocks, menschliche Fäkalien dagegen sollen den Bestimmungen gemäss nicht hineingelangen.

Die Bevölkerungszunahme, die dichtere Bebauung einzelner Stadttheile, namentlich aber die Steigerung des Wasserverbrauches infolge von centraler Wasserversorgung bedingt, dass die Siele jetzt viel stärker durch Gebrauchswasser belastet werden, als bei deren Bau angenommen wurde. Da sich zugleich das zu entwässernde Areal bedeutend vergrössert hat und der Abfluss von Regenwasser durch Anlage von Rinnsteinen und Pflasterung der Strassen erleichtert worden ist, sind die Kanäle den Anforderungen durchschnittlich nicht mehr gewachsen, so dass zu Zeiten grösserer Niederschläge die Sielen überfüllt werden und namentlich in den höher gelegenen Stadttheilen die Keller Überschwemmungen ausgesetzt sind, so dass z. B. im Sommer 1896 öfters die Feuerwehr zur Entleerung der wassergefüllten

Kellerräume in Anspruch genommen werden musste. Nach Berechnung des Hafenbauamtes reichen bei stärkeren Regengüssen folgende Sielsysteme nicht mehr aus.

Tabelle II.

Sielsystem	Leistungsfähigkeit in cbm	Förderquantum pro Sec. in cbm bei einer Regenhöhe in mm		
		Stadt 0,51 / Vorstadt 0,255	0,35 / 0,175	0,2 / 0,1
1. Gärbergang	0,03	0,06	0,045	0,03
2. Küterbruch	0,25	0,33	0,23	0,13
3. Grubenstrasse	1,85	10,83	7,565	4,25
4. Lagerstrasse	0,58	0,92	0,644	0,36
5. Wokrenterstrasse	0,53	1,84	1,285	0,73
6. Schnickmannstrasse	0,50	0,75	0,52	0,29
7. Badstüberstrasse	0,50	0,60	0,422	0,24
8. Grapengiesserstrasse	0,34	0,75	0,525	0,29
9. Fischerstrasse	0,57	0,90	0,628	0,35
10. Friedrichstrasse	1,26	7,88	5,495	3,11
11. Fritz-Reuterstrasse	1,24	2,48	1,735	0,97

Der Unterlauf der Siele liegt flach, am Strande ist z. T. gar kein Gefälle mehr vorhanden, so dass bei Hochstand der Warnow der Ausfluss des Kanalwassers gehemmt ist. Der zurückgedrängte Sielinhalt tritt in die Keller der am Strom gelegenen Häuser ein und stagnirt dort bis zum Sinken des Wasserstandes. Dass das Schmutzwasser dabei zersetzt wird, dass Fäulniss- und Krankheitskeime in die menschlichen Behausungen eindringen können, ist unvermeidlich. In den Kanälen werden Sinkstoffe abgesetzt und schädliches Verschlammen derselben bewirkt[1]).

Da die Siele zumeist mitten im Verkehrcentrum des Hafengebietes münden und dort normaler Weise keine nennenswerthe Strömung herrscht, wird das Kanalwasser häufig vom Fluss nicht abgeführt, sondern mischt sich langsam mit dem Warnowwasser, dasselbe in weitem Halbkreis verfärbend. Zugleich werden die Sinkstoffe allmählich abgesetzt und erhöhen

1) Beim Friedrichstrassensiel dringt die Warnow bei Hochwasserstand bis zum zweiten und dritten Einsteigschacht (= 50 m) ein, ebenso in die Seitenkanäle des Patriotischen Wegs.

langsam aber stetig gerade da das Flussbett, wo der Verkehr die grössten Tiefen erfordert, während das stagnirende Gemenge von Fluss- und Kanalwasser, namentlich in der heissen Jahreszeit, durch seine Zersetzung eine Quelle für weitere Schädlichkeiten bilden kann. Die Schifferbevölkerung schöpft dies mit Unrath beladene Wasser zum Scheuern und Putzen, unbekümmert um Aussehen und Geruch der Flüssigkeit.

Bei niedrigem Wasserstand macht sich im Sommer an den Ausmündungen einzelner Kanäle, so z. B. beim Friedrichstrassensiel der typische Kanalgeruch unangenehm bemerkbar, unter dem auch die Bewohner der anliegenden Häuser zu leiden haben. Enthält nun auch die Kanalluft nach den neuesten Untersuchungen keine direkten Schädlichkeiten, so ist doch eine derartige Verunreinigung der Luft in der Nähe von menschlichen Behausungen nicht statthaft.

Alle diese Zustände sind jetzt schon recht bedenklich und müssen bei weiterem Wachsthum der Stadt naturnothwendig noch schlechter werden, so dass man in maassgebenden Kreisen bereits zu der Überzeugung gekommen ist, dass eine durchgreifende Umänderung, bzw. Neuanlage des Kanalnetzes in Bälde nothwendig wird. Bei einer solchen Neukanalisation muss natürlich die Frage erhoben werden, in welcher Weise schliesslich die Abwässer am besten beseitigt werden, ob dieselben auf Rieselfelder zu verbringen sind oder eventuell nach vorausgehender Reinigung der Warnow zugeführt werden dürfen. Zur Entscheidung dieser Frage war es nothwendig, zu bestimmen, wie gross die Schmutzmengen sind, die zur Zeit die Kanäle abführen und den Einfluss der bisherigen Entwässerung auf die Warnow festzustellen. Ich habe mich der Aufgabe unterzogen, im wesentlichen Theil die erste dieser Fragen zu lösen.

I. Zusammensetzung der Sielwässer, die durch die verschiedenen Kanäle abgeführt werden.

Um einen Überblick über die Gesammtmenge der durch die Rostocker Siele abgeführten Schmutzstoffe zu bekommen, wurden zu verschiedenen Zeiten Proben aus den von den einzelnen

Sielen abgeführten Schmutzwässern entnommen und theils sofort der Analyse unterworfen, theils durch Zusatz von einigen Tropfen Chloroform so lange konservirt, bis die zur Untersuchung nöthige Zeit zur Verfügung stand. Die Untersuchung wurde in der Weise vorgenommen, dass bestimmt wurde:

1. Die Gesammtmasse der gelösten und suspendirten Theile.
2. Die Gesammtmenge der gelösten Stoffe.
3. Der Stickstoffgehalt der gelösten und suspendirten Theile.
4. Der Stickstoffgehalt der gelösten Theile.
5. Der Chlorgehalt.
6. Der Phosphorsäuregehalt der gelösten und suspendirten Theile.

Ausserdem wurde qualitativ auf Salpeter- und salpetrige Säure geprüft. Die Bestimmung des Ammoniaks erwies sich mit Rücksicht auf die Bestimmung des Stickstoffs als überflüssig[1]).

Da die Zusammensetzung der Sielwässer innerhalb der Jahres- und Tageszeiten bekanntlich sehr schwankt, wurden an verschiedenen Tagen und zu verschiedenen Stunden Proben entnommen, jedoch konnte die Untersuchung nicht auf die Ermittelung der Unterschiede für den Sommer und Winter ausgedehnt werden, da mir hierzu die erforderliche Zeit mangelte. Die Resultate ergaben daher nur die Tages- und Wochenschwankungen im Laufe des Sommers 1896. Insgesammt wurden 45 vollständige Analysen von Sielwasserproben ausgeführt, bei

1) Den Gang der Untersuchung möchte ich kurz skizziren. Von der gut durchgeschüttelten Abwasserprobe wurden 100 ccm zur Trockne abgedampft, der Rückstand im Vacuum bis zur Gewichtsconstanz getrocknet (= Summe der gelösten und suspendirten festen Theile). In einer weiteren Probe wurden die suspendirten Theile abfiltrirt oder, wo die Filtration zu langsam vor sich ging, zuerst durch Zusatz von Talkerde (spanischer Erde) zur Sedimentirung gebracht. Das Filtrat hiervon in einer Menge von 100 ccm wurde abgedampft und der Rückstand in der gleichen Weise getrocknet (= gelöste feste Bestandtheile). Aus der Differenz der bei beiden Bestimmungen erhaltenen Zahlen ergaben sich die Werthe für die suspendirten Bestandtheile. Der Stickstoff wurde nach Kjeldahl ermittelt in der Weise, dass Proben bis zu 1000 ccm von dem unfiltrirten und filtrirten Sielwasser unter Zusatz von kleinen Mengen Schwefelsäure zur Bindung des Ammoniaks eingedampft und darauf mit Phosphorschwefelsäure behandelt wurden. Nach dem Aufschliessen wurde auf 500 ccm verdünnt und die Flüssigkeitsmenge

einigen Proben wurde nur auf einzelne Bestandtheile untersucht. Die Resultate sind in der Tabelle III S. 191 enthalten.

Selbstverständlich war das Aussehen der verschiedenen Kanalwässer ein sehr wechselndes. Während die Proben aus den grossen Sielen nur leicht gelblich gefärbt waren und bei geringer Sedimentierung rasch und fast klar filtrierten, war das modrig riechende Wasser der kleineren Sielen, namentlich solcher, die die dichtbewohnten Strassen der Arbeiterviertel entwässerten, häufig gelbgrau bis dunkelbraun verfärbt, hatte starken Bodensatz und filtrirte äusserst langsam. Die durchlaufende Flüssigkeit war meist noch etwas trübe, gelb bis gelbgrau gefärbt und opalescirte.[1])

getheilt. Aus beiden Hälften wurde das Ammoniak gesondert abdestillirt und aus den so erhaltenen Stickstoffmengen das Mittel genommen. Aus der Differenz der Stickstoffwerthe der filtrirten und unfiltrirten Schmutzwässer ergab sich der Stickstoffgehalt der suspendirten Theile. Der Chlorgehalt wurde durch Titration nach Mohr bestimmt, die Phosphorsäure nach der Methode von Sonnenschein, nachdem 500—2000 ccm der unfiltrirten Abwässer wiederholt mit concentrirter Salpetersäure eingedampft worden waren. Die Prüfung auf Salpeter- und salpetrige Säure mittelst Diphenylamin und Jodzinkstärke ergab bei den ersten Proben stets ein negatives Resultat, so dass späterhin die Prüfung unterblieb.

Die Proben wurden unter meiner Aufsicht von städtischen Kanalarbeitern entnommen und zwar jeweils kurz vor der Ausmündung der Siele in die Warnow; die Entnahme geschah nur, wenn es mindestens 24 Stunden nicht geregnet hatte.

1) Sonnabend den 30. V. wurde um 11,30 Kanalwasser zu anderen Zwecken aus einer oberen Theilstrecke des Lagerstrassensieles entnommen. Da die damals ausgeführte Analyse ein von den oben angegebenen Werthen ziemlich abweichendes Resultat ergab, möchte ich das damalige Ergebnis kurz anführen.

1. Feste Bestandtheile	
a) insgesammt	4,601 g
b) gelöste	2,394 »
c) suspendirte	2,207 »
2. Ammoniak	
a) fertiges	0,007 »
b) Albuminoidammoniak	0,012 »
3. Oxydationsfähige Substanz	0,715 »
4. Chlor	0,611 »

Auf dem fettig modrig riechenden, stark getrübten Kanalwasser schwimmen kleine Fett- und Seifenstückchen, der Bodensatz besteht aus schwarzgrauem Sand.

Tabelle III.

Zusammensetzung der Sielwässer aus 15 Kanälen[1].

Im Liter Siel	1896 Zeit	Feste Bestandth.			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
		insgesammt	gelöste	suspendirte	gesammt	gelöst	in den suspendirt. Theilen		
		g	g	g	g	g	g	g	g
1. Bagehl . .	Freitag 12. VI. 10,50	0,530	0,430	0,100	[2])	0,034	[2])	0,008	0,062
2. Küterbruch .	Freitag 12. VI. 10,41	2,165	0,900	1,265	0,082	0,057	0,025	0,016	0,105
3. Slüterstrasse	Freitag 12. VI 10,27	1,675	0,915	0,760	0,122	0,093	0,029	0,040	0,178
4. Grubenstr. .	Freitag 12. VI. 10,10	0,415	0,380	0,035	0,007	0,007	0,000	0,002	0,047
5. Mönchenstr.	Donnerst. 11. VI. 11,0	1,310	0,935	0,375	[2])	0,079	[2])	0,013	0,186
6. Kossfelderstrasse	Donnerst. 11. VI. 11,05	1,110	0,910	0,200	0,009	0,004	0,005	0,022	0,132
7. Burgwall . .	Donnerst. 11. VI. 11,12	1,140	0,910	0,230	0,028	0,005	0,023	0,014	0,225
8. Lagerstrasse	Donnerst. 11. VI. 11,16	1,205	0,780	0,425	0,075	[2])	[2])	0,022	0,116
9. Wockrenterstrasse	Dienstag 7. VII 12,27	0,870	0,745	0,125	0,057	0,053	0,004	0,020	0,097
10. Schnickmannstrasse	Freitag 26. VI. 10,40	1,030	0,895	0,135	0,054	0,048	0,006	0,022	0,202
11. Badstüberstr.	Freitag 26. VI. 10,33	0,885	0,785	0,100	0,110	0,109	0,001	0,026	0,128
12 Grapengiesserstr.	Freitag 26. VI. 10,20	1,525	1,095	0,430	0,113	0,096	0,017	0,034	0,151
13. Fischerstr. .	Freitag 26. VI. 10,15	1,530	1,040	0,490	0,103	0,088	0,015	0,026	0,144
14. Friedrichstr.	Donnerst. 11. VI. 11,35	1,420	1,120	0,300	0,051	[2])	[2])	0,018	0,322
15. Fritz-Reuterstrasse . .	Freitag 26. VI. 9,55	1,015	0,720	0,295	0,070	0,055	0,015	0,027	0,093
	Mittlerer Werth	1,188	0,837	0,351	0,068	0,056	0,012	0,020	0,146

1) Die Sielwasser der beiden kleinsten Kanäle wurden nicht analysirt, da sie zusammen nur 1,46 % des Abwassers fördern. Es sind dies die Sielsysteme »Gärbergang« und »Oberhalb des Gärberbruchs« mit 114 u. 262 m Länge.

2) Die fehlenden Werthe konnten nicht erhalten werden, da die betreffenden Analysen missglückten und nicht genügend Probewasser vorhanden war, um die Untersuchung zu wiederholen.

Um die eben angeführten Werthe über die Zusammensetzung des Rostocker Sielwassers richtig beurtheilen zu können und namentlich festzustellen, ob und wie weit es den Abwässern anderer Städte entspricht, habe ich in der nachfolgenden Tabelle eine Anzahl der mir zugänglichen Sielwasseranalysen zusammengestellt, und zwar derart nach Gruppen geordnet, dass zuerst die Schmutzwässer von Städten mit vollständiger und dann mit unvollständiger Schwemmkanalisation angeführt werden; an dritter Stelle folgen die Sielwasseranalysen von Städten mit völliger Fäkalienabfuhr und schliesslich die Angaben über Abwässer solcher Städte, über deren Fäkalienbeseitigung mir keine Notizen zu Gebote standen.[1])

Tabelle IV.

1. Städte mit Schwemmkanalisation.

Stadt	Autor	Feste Bestandth.			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
		gesammte g	gelöste g	suspendirte g	gesammter g	gelöster g	suspend. g	g	g
1. Berlin	K. 161	1,276	—	—	0,124	—	—	—	—
(Jahresdurchschnitt)	B. 151	1,425	0,755	0,670	0,070	—	—	—	—
(Mittel a. 2 Analysen)	K. 80 P. 34	1,386	0,850	0,536	—	0,087	—	0,018	0,167
2. Breslau . . . . (Mittel a. 8 Analysen)	K. 80	1,161	—	—	0,094	—	—	0,023	0,131
3. Danzig	Z. 212	1,265	0,683	0,582	—	0,065	—	—	0,070
do.	Z. 237	1,265	0,683	0,582	—	—	—	0,003	0,070
(Jahresdurchschnitt)	B. 151	1,265	0,670	0,595	0,065	—	—	—	—
4 London . . . (10. V. 70)	K. 149	0,854	0,673	0,181	—	0,063	—	—	0,102
(Jahresdurchschnitt)	B. 151	1,257	0,645	0,612	0,080	—	—	—	—
5. Paris (St. Denis) .	K. 80	—	—	—	0,140	—	—	0,040	—
do. (Clichy) . .	K. 80	—	—	—	0,043?	—	—	0,017	—
6. Mittel aus 16 eng. Städten	B. 151 K. 80	1,169	0,722	0,447	0,085	0,077	—	—	0,107

1) An Literatur benützte ich hierbei nur:
1. Blasius-Büsing, Die Städtereinigung . . . . = B.
2. König, Die Verunreinigung der Gewässer . . . . . . = K.

2. Städte mit beschränkter Schwemmkanalisation.

Stadt	1)	Autor	Feste Bestandth. gesammte g	Feste Bestandth. gelöste g	Feste Bestandth. suspendirte g	Stickstoff gesammter g	Stickstoff gelöster g	Stickstoff in den suspendirt. Theilen g	Phosphorsäure g	Chlor g
1. Zürich (Mittel a. 4 Analysen)		K. 80	0,608	0,480	0,128	0,131	0,117	0,011	0,008	0,023
(Grosse Stadt) .		Z. 212	0,634	0,485	0,119	0,133		—	—	0,025
(Kleine Stadt) .		Z. 212	0,922	0,822	0,100	0,082	—	—	—	0,013
(Durchschnitt d. Stadttheile) . .	0,8	B. 151	0,608	0,480	0,128	0,114	—	—	—	—
2. Frankfurt . . (Jahresdurchsch.)	0,7	B. 151	1,006	0,858	0,148	0,047		—	—	—
(am Klärbecken Jahresdurchsch.)		B 151	2,241	0,945	1,296	0,115	—		—	—
(Mittel aus 5 Analysen)		Lin. 14,15	2,256	0,958	1,298	0,121	—	—	—	—
3. Mittel aus 15 Städten . . .	0,4	B. 151	1,215	0,821	0,391	0,073	—	—	—	—
4. Paris . . . . (Jahresmittel)	0,3	B. 151	2,395	0,830	1,565	0,045	—	—	—	—
(Canal v. Clichy)		P. 35	2,017	—	—	0,024	—	—	0,010	—
(Departement-Canal) . . .		P. 35	2,381	—	—	0,031	—	—	0,012	—
Paris		Z. 212	2,799	0,980	1,819	0,021	—	—	—	—
5. Wiesbaden . .	0,2	B. 151	1,947	1,873	0,074	0,023	—	—	—	—
6. München . . (Ludwig-Max-vorstadt)	0,2	B. 151	0,671	0,551	0,120	—	—	—	—	—
München . . (Tagesmittel)		P. 29	0,874	—	—	—	—	—	—	0,059
München . . (Mittel aus Tag- und Nachtwerth 1869)		K. 80	0,482	0,361	0,120	—	—	—	—	—

3. v. Ziemssen-Pettenkofer, Handbuch d. Hyg., II/1 = Z.
4. Uffelmann, Jahresbericht der Hygiene . . . . . = U.
5. Praussnitz, Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar . . . . = P.
6. Lehmann, Verunreinigung der Saale bei und in der Stadt Hof . . . . = Leh.
7. Lindley, Welche Erfahrungen sind mit den Klärvorrichtungen städtischer Abwässer gemacht worden? . = Lin.

1) Der Bruch hinter dem Stadtnamen gibt den Theil der Bevölkerung an, der bereits Schwemmkanalisation benutzt (B. 151).

3. Städte mit Fäkalienabfuhr.

Stadt	Autor	Feste Bestandth. gesammte g	Feste Bestandth. gelöste g	Feste Bestandth. suspendirte g	Stickstoff gesammter g	Stickstoff gelöster g	Stickstoff in den suspendirt. Theilen g	Phosphorsäure g	Chlor g
1. Bremen . .	B 151	c. 1,680	1,109	—	0,060	—	—	—	—
2. Breslau . . .	U. 1885	0,981 – 1,505	—	—	0,065 – 0,127	—	—	0,017 – 0,029	0,107 – 0,152
„ (Mittel a. 11 Analysen)	P. 35	—	0,778	—	—	—	—	—	0,148
„ . .	K. 80	0,940	0,729	0,211	—	0,040	—	—	0,079
3. Dortmund . .	K. 159	1,419	0,753	0,666	0,072	0,035	0,037	—	0,014
„ . .	K. 188	0,881	0,693	0,188	0,082	0,060	0,022	—	0,145
4. Essen . . .	B. 151	1,161	0,843	0,318	0,106	—	—	—	—
„ (8. IX. 85.)	K. 188	1,162	0,843	0,319	0,069	0,050	0,019	0,013	0,234
„ (20. X. 95.)	K. 188	1,009	0,609	0,400	0,040	0,026	0,014	—	—
„	P. 35	1,019	0,477	0,542	—	—	—	—	—
5. Halle . .	B. 151	3,000	1,900	1,100	0,140	—	—		—
„ . . .	K. 160	4,392	3,376	1,016	0,105	0,064	0,041	0,036	1,136
6. Hof	Leh 91	1,184	0,833	0,351	—	—	—	—	0,132
7. Froneaberg bei Essen	K. 162	—	1,078	—	—	0,055	—	—	—
8. Lübeck . . .	U. 1883 p. 88	0,220 – 0,265	—	0,084 – 0,265	—	—	—	—	0,050 – 0,210
9. Ottensen . .	K. 160	2,478	1,817	0,661	0,092	0,068	0,024	0,023	0,628

4. Einige andere Städte, über deren Fäkalienbeseitigung in der von mir benutzten Literatur keine Angaben gemacht waren.

Stadt	Autor	Feste Bestandth. gesammte g	Feste Bestandth. gelöste g	Feste Bestandth. suspendirte g	Stickstoff gesammter g	Stickstoff gelöster g	Stickstoff in den suspendirt. Theilen g	Phosphorsäure g	Chlor g
1. Blackburn . . .	K. 147	1,014	0,597	0,417	0,016	0,016	—	—	—
2. Boston	U. 1885 p. 127	1,780 – 6,400	—	—	—	—	—	0,002 – 0,065	0,59 – 3,11
3. Bradford (5. X. 69)	K. 149	2,654	0,799	1,855	—	0,021	—	—	0,065
„ (1869) .	K. 179	1,815	0,950	0,865	—	—	—	—	0,068
„ . . . . (jetzt Watercloset)	K 179	22,310	5,700	16,610	—	—	0,265	—	0,100
4. Brüssel	K. 151	1,442	0,923	0,519	—	—	—	0,008	0,132
5. Croydon . . .	Z. 236	0,457	—	—	0,035	—	—	—	0,042
6. Leanington . . (10. V. 70.)	K. 149	1,765	1,257	0,508	—	0,102	—	—	0,153
7. Leicester . . .	K. 147	1,601	1,120	0,481	—	0,022	—	—	—
8. Stroud (10. V. 70.)	K. 149	0,915	0,485	0,430	—	0,040	—	—	—
9. Roubaire	K. 79	5,911	—	—	0,095	—	—	0,259	—

Die angeführten Zahlen können natürlich nur zum ungefähren Vergleich mit den entsprechenden Werthen des Rostocker Sielwassers benutzt werden, da wohl jede der Analysen unter anderen Verhältnissen gemacht wurde. Die vorhandenen Differenzen beruhen wahrscheinlich zum kleineren Theil auf Verschiedenheiten der Untersuchungsmethoden, die grösseren Schwankungen in der Zusammensetzung der verschiedenen Sielwässer dagegen auf anderen Umständen. Grosse Fabrikanlagen, namentlich Textilindustrie und Papierfabrikation, ferner Wassermangel und dichtgedrängt wohnende Arbeiterbevölkerung werden koncentrirtere Abwässer bedingen, während Orte, wo der Handel überwiegt, wo reichliche Wasserversorgung vorhanden ist, Kanalwasser von geringerem Trockenrückstand haben werden. Da nun Rostock Handelsstadt ist, in der geringen Industrie solche Gewerbe, welche besonders verunreinigtes Abwasser liefern, nicht vertreten sind und die Wasserabgabe beliebig gesteigert werden kann, hat auch das Sielwasser verhältnissmässig geringen Abdampfrückstand, der z. B. unter dem Durchschnitt von 15 englischen Städten mit Fäkalienabfuhr bleibt, ebenso verhält es sich mit den suspendirten und gelösten Theilen. Der Abdampfrückstand der Sielwässer von Städten mit Schwemmkanalisation ist dagegen, wie dies auch nach anderweitigen Beobachtungen zu erwarten war, geringer, als der des Rostocker Kanalwassers, die suspendirten Theile überwiegen wieder bei jenen infolge der Fäkalieneinleitung. Der Chlor- und Phosphorsäuregehalt im Kanalwasser Rostocks entspricht ungefähr den Mittelwerthen der anderen Städte, dagegen bleibt die Stickstoffmenge selbst unter dem durchschnittlichen Stickstoffgehalt der Abwässer von Abfuhrstädten, vielleicht, weil hier keine Gewerbe betrieben werden, welche stickstoffreichere Schmutzwässer liefern.

Mit dem mittleren Werth der von mir gemachten Analysen, liesse sich, da die von den einzelnen Sielen abgeführten Gesammtabwassermengen, wie ich später zeigen werde, zu berechnen sind, möglicherweise in brauchbarer Zahl die Gesammt-

menge der aus Rostock abgeführten Schmutzbestandtheile berechnen. Da ich jedoch aus den Ergebnissen der einzelnen Analysen, zu denen die Proben nicht genau zur selben Zeit und nicht an den gleichen Tagen entnommen werden konnten, den Eindruck erhielt, dass grosse Schwankungen in der Zusammensetzung der Sielwässer im Laufe eines Tages und einer Woche stattfinden müssen, also die erhaltenen Zahlen für die Zusammensetzung der einzelnen Sielwässer keine Durchschnittszahlen sein können, versuchte ich das wirkliche Mittel der Zusammensetzung des gesammten Abwassers dadurch festzustellen, dass ich bei je 2 Sielen die Tages- und Wochenschwankungen in der Zusammensetzung ihrer Abwässer durch besondere Analysen ermittelte und das Mittel der hierbei erhaltenen Zahlen zur Correctur der Werthe, welche bei den anderen Analysen erhalten wurden, benützte[1]). Dass diese Correctur nothwendig, ergiebt sich daraus, dass thatsächlich die Schwankungen der Werthe nach Stunden und Tagen sehr grosse sind. In den nachfolgenden Tabellen sind nun zunächst die Schwankungen in den Zahlen für die Zusammensetzung der Abwässer im Laufe einer Woche und im Laufe eines Tages nach dreistündigen Bestimmungen mitgetheilt, ferner in weiteren Tabellen das Mittel aus den Wochen- und Tagesschwankungen in der Zusammensetzung der Abwässer der betreffenden Siele, zugleich mit den Zahlen für das Verhältniss, in welchem die Werthe für die einzelnen Stunden, bzw. Tage zu dem Tagesmittel, bzw. Wochenmittel (letztere beide = 1 gesetzt) stehen. Ich gebe zugleich für die in den Tabellen vorkommenden Schwankungen die graphischen Zeichnungen.

1) Bei beiden Untersuchungen verfuhr ich derart, dass jedesmal das Kanalwasser je eines der Siele aus der Altstadt und aus der Vorstadt in Bezug auf seine Schwankungen in der Zusammensetzung untersucht wurde. Die Siele der Wockrenter- und Lagerstrasse gehören der Altstadt, das Friedrichstrassensiel der Kröpeliner Vorstadt an.

1. Schwankungen in der Zusammensetzung der Sielwässer im Laufe eines Tages nach 3stündigen Beobachtungen.

Tabelle V.

a) Friedrichstrasse 7./8. VII. 96.

Datum	Stunde	Feste Bestandth. gesammte g	Feste Bestandth. gelöste g	Feste Bestandth. suspendirte g	Stickstoff gesammter g	Stickstoff gelöster g	Stickstoff in den suspendirt. Theilen g	Phosphorsäure g	Chlor g
1. Dienstag, 7. VII .	6,15	0,860	0,820	0,040	0,036	0,032	0,004	0,011	0,182
2 »	9,05	1,085	0,920	0,165	0,064	0,061	0,003	0,025	0,194
3. »	12,10	1,140	0,900	0,240	0,045	0,040	0,005	0,018	0,167
4. »	3,07	0,970	0,700	0,270	0,023	0,019	0,004	0,010	0,167
5. »	6,15	1,015	0,825	0,190	0,029	0,026	0,003	0,011	0,155
6. »	9,10	0,880	0,780	0,100	0,044	0,042	0,002	0,019	0,163
7. Mittwoch, 8. VII. .	12,20	0,700	0,670	0,030	0,012	0,010	0,002	0,007	0,144
8. »	3,05	0,655	0,645	0,010	0,008	0,007	0,001	0,007	0,140
	Mittel-Werth	0,913	0,782	0,131	0,033	0,030	0,003	0,013	0,164

b) Woekrenterstrasse 7./8. VII. 96.

Datum	Stunde	Feste Bestandth. gesammte g	Feste Bestandth. gelöste g	Feste Bestandth. suspendirte g	Stickstoff gesammter g	Stickstoff gelöster g	Stickstoff in den suspendirt Theilen g	Phosphorsäure g	Chlor g
1 Dienstag, 7. VII. .	6,30	0,780	0,700	0,080	0,034	0,030	0,004	0,021	0,089
2 »	9,20	0,833	0,695	0,138	0,040	0,030	0,010	0,019	0,089
3 »	12,27	0,870	0,745	0,125	0,057	0,054	0,003	0,020	0,097
4. »	3,30	0,735	0,600	0,135	0,029	0,022	0,007	0,011	0,085
5. »	6,33	0,820	0,655	0,165	0,028	0,022	0,006	0,017	0,093
6. »	9,35	1,000	0,850	0,150	0,031	0,027	0,004	0,015	0,089
7. Mittwoch, 8. VII. .	12,45	0,665	0,595	0,070	0,019	0,010	0,009	0,016	0,081
8 »	3,25	0,540	0,530	0,010	0,013	0,010	0,004	0,013	0,062
	Mittel-Werth	0,780	0,671	0,109	0,031	0,025	0,006	0,017	0,086

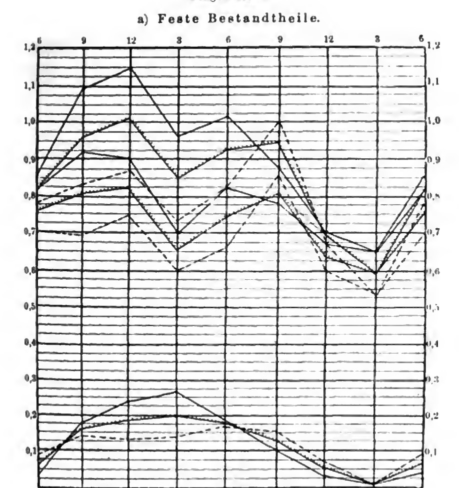
c) Mittel aus Wockrenter- und Friedrichstrasse.

Datum	Stunde	Feste Bestandth.			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
		gesammte	gelöste	suspendirte	gesammter	gelöster	in den suspendirt. Theilen		
		g	g	g	g	g	g	g	g
1. Dienstag, 7. VII.	c. 3	0,820	0,760	0,060	0,035	0,031	0,004	0,016	0,136
		0,968	**1,046**	**0,500**	**1,094**	**1,107**	**1,000**	**1,066**	**1,087**
2. »	c. 9	0,949	0,807	0,151	0,052	0,045	0,007	0,022	0,142
		1,133	**1,111**	**1,264**	**1,625**	**1,617**	**1,750**	**1,466**	**1,134**
3. »	c. 12	1,005	0,822	0,182	0,051	0,047	0,004	0,019	0,132
		1,187	**1,132**	**1,522**	**1,590**	**1,678**	**1,000**	**1,266**	**1,056**
4. »	c. 3	0,852	0,650	0,202	0,026	0,020	0,006	0,011	0,126
		1,003	**0,894**	**1,689**	**0,812**	**0,714**	**1,500**	**0,733**	**1,010**
5. »	c. 6	0,917	0,740	0,177	0,027	0,024	0,003	0,014	0,124
		1,084	**1,018**	**1,481**	**0,843**	**0,857**	**0.750**	**0,933**	**0,994**
6. »	c. 9	0,940	0,815	0,125	0,038	0,035	0,003	0,017	0,126
		1,110	**1,121**	**1,043**	**1,187**	**1,250**	**0.750**	**1,133**	**1,010**
7. Mittwoch, 8. VII.	c. 12	0,682	0,632	0,050	0,015	0,010	0,005	0,012	0,113
		0,806	**0,870**	**0,417**	**0,468**	**0,357**	**1,250**	**0,800**	**0,901**
8. »	c. 3	0,597	0,587	0,010	0,010	0,009	0,001	0,011	0,101
		0,706	**0,808**	**0,083**	**0,312**	**0,321**	**0,250**	**0,733**	**0,808**
	Mittel-Werth	0,847	0,727	0,120	0,032	0,028	0,004	0,015	0,125

Anmerkung: Die fettgedruckten Zahlen bedeuten das Verhältnis der Analysenwerthe zu dem Mittelwerth (= 1 gesetzt), ebenso in Tabelle VI, 3 (Seite 22).

Diagramm I.

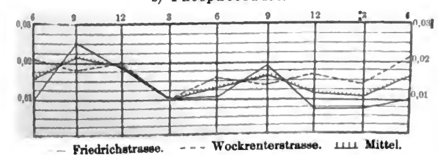
a) Feste Bestandtheile.



—— Friedrichstrasse. - - - Wockrenterstrasse. ⊥⊥⊥⊥ Mittel.

Die oberste Linie bedeutet die gesammten festen Bestandtheile.
» mittelste » » » gelösten Theile.
» unterste » » » suspendirten Theile.

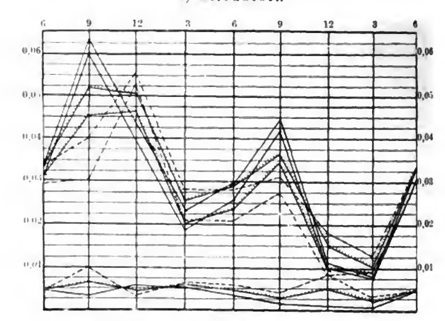
b) Phosphorsäure.



—— Friedrichstrasse. - - - Wockrenterstrasse. ⊥⊥⊥⊥ Mittel.



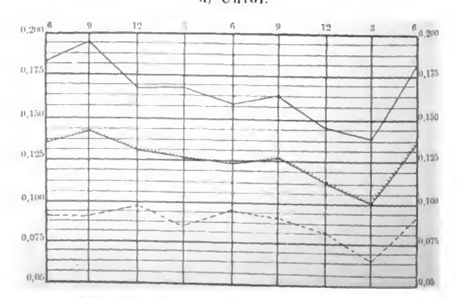
c) Stickstoff.



Friedrichstrasse. - - - Wockrenterstrasse. ıııı Mittel.

Die oberste Linie bedeutet den Gesammtstickstoff.
» mittelste » » » Stickstoff in den gelösten Theilen.
» unterste » » » » » » suspendirten Theilen.

d) Chlor.



Friedrichstrasse. - - - Wockrenterstrasse. ıııı Mittel.

2. Schwankungen in der Zusammensetzung der Sielwässer im Laufe einer Woche nach täglichen Beobachtungen

Tabelle VI.

1. Friedrichstrasse[1]).

Tag	Datum	h	Feste Bestandtheile			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
			gesammte	gelöste	suspendirte	gesammter	gelöster	in den suspendirt. Theilen		
			g	g	g	g	g	g	g	g
1. Montag	10. VIII.	11,25	1,610	1,310	0,300	0,061	0,045	0,016	0,015	0,402
2. Dienstag	11. VIII.	11,15	1,625	1,318	0,307	0,070	0,053	0,017	0,015	0,380
3. Mittwoch	19. VIII.	11,15	1,260	0,965	0,295	0,050	0,040	0,010	0,014	0,287
4. Donnerst.	13. VIII.	11,13	1,170	0,930	0,240	0,052	0,040	0,012	0,015	0,260
5. Freitag	28. VIII.	11,15	1,687	1,470	0,217	0,050	0,039	0,011	0,013	0,504
6. Samstag	29. VIII.	11,17	1,650	1,445	0,205	0,059	0,044	0,015	0,019	0,473
7. Sonntag	23. VIII.	11,17	0,740	0,650	0,090	0,058	0,056	0,002	0,017	0,101
Mittel-Werth			1,392	1,155	0,236	0,057	0,045	0,012	0,015	0,344

2. Lagerstrasse[1]).

Tag	Datum	h	Feste Bestandtheile			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
			gesammte	gelöste	suspendirte	gesammter	gelöster	in den suspendirt. Theilen		
			g	g	g	g	g	g	g	g
1. Montag	10. VIII.	11,45	2,135	1,695	0,440	0,095	0,089	0,006	0,027	0,155
2. Dienstag	11. VIII.	11,35	3,955	2,435	1,520	0,127	0,079	0,048	0,034	0,182
3. Mittwoch	19. VIII.	11,35	2,025	1,420	0,605	0,114	0,079	0,035	0,032	0,198
4. Donnerst.	13. VIII.	11,32	1,900	1,390	0,510	0,095	0,077	0,018	0,026	0,210
5. Freitag	28. VIII.	11,30	1,095	0,892	0,203	0,058	0,046	0,012	0,015	0,132
6. Samstag	29. VIII.	11,37	1,545	1,325	0,220	0,092	0,079	0,013	0,027	0,186
7. Sonntag	23. VIII.	11,35	1,400	0,990	0,410	0,118	0,104	0,014	0,030	0,233
Mittel-Werth			2,008	1,450	0,558	0,100	0,079	0,021	0,027	0,185

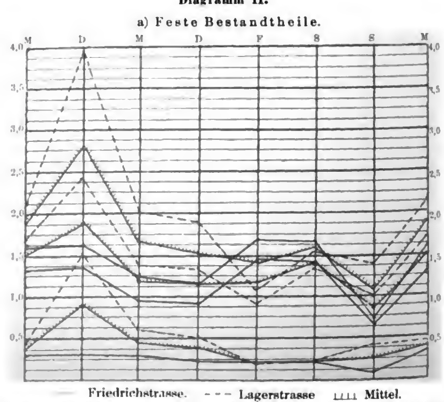
1) Häufige Regengüsse machten es unmöglich, täglich Sielwasserproben zu entnehmen, so dass sich die Untersuchungen erst im Laufe von 19 Tagen beendigen liessen; es mag dadurch manche Abnormität in den Schwankungen zu erklären sein.

3. Mittel aus Friedrich- und Lagerstrasse.

Tag	Datum	h	Feste Bestandtheile			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
			gesammte g	gelöste g	suspendirte g	gesammter g	gelöster g	in den suspendirt. Theilen g	g	g
1. Montag	10 VIII	c 11,30	1,872	1,502	0,370	0,078	0,067	0,011	0,021	0,278
			1,102	**1,153**	**0,931**	**1,000**	**1,080**	**0,687**	**1,000**	**1,052**
2. Dienstag	11.VIII.	»	2,790	1,876	0,914	0,098	0,066	0,032	0,025	0,281
			1,641	**1,441**	**2,299**	**1,256**	**1,064**	**2,000**	**1,190**	**1,063**
3. Mittwoch	19.VIII.	»	1,642	1,192	0,450	0,082	0,060	0,022	0,023	0,242
			0,966	**0,916**	**1,133**	**1,051**	**0,967**	**1,375**	**1,095**	**0,917**
4. Donnerst.	13.VIII	»	1,535	1,160	0,375	0,074	0,058	0,016	0,020	0,235
			0,903	**0,891**	**0,944**	**0,948**	**0,935**	**1,000**	**0,952**	**0,887**
5. Freitag	28.VIII.	»	1,391	1,181	0,210	0,054	0,043	0,011	0,014	0,318
			0,818	**0,907**	**0,529**	**0,692**	**0,693**	**0,687**	**0,666**	**1,202**
6. Samstag	29.VIII.	»	1,597	1,385	0,212	0,075	0,061	0,014	0,023	0,330
			0,940	**1,06**	**0.535**	**0,960**	**0,983**	**0,875**	**1,095**	**1,247**
7. Sonntag	23 VIII	»	1,070	0,820	0,250	0,088	0,080	0,008	0,023	0,167
			0,699	**0,629**	**0,629**	**1,128**	**1,290**	**0,500**	**1,095**	**0,630**
	Mittel-Werth		1,700	1,302	0,398	0,078	0,062	0,016	0,021	0,265

Diagramm II.

a) Feste Bestandtheile.

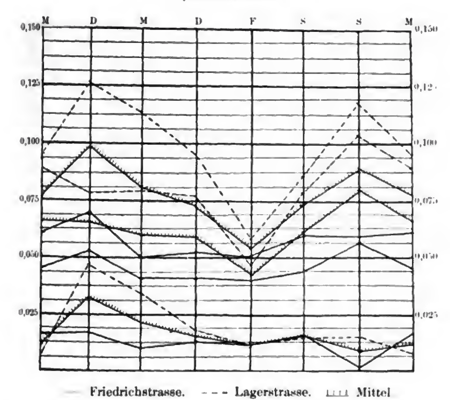


Friedrichstrasse. - - - Lagerstrasse ⊥⊥⊥⊥ Mittel.

Zu oberst gesammte feste Theile, in der Mitte gelöste, unten suspendirte Theile.



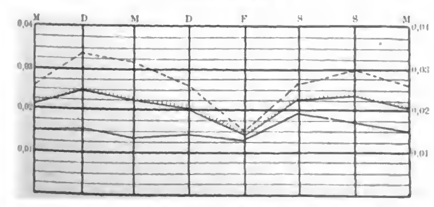
b) Stickstoff.



— Friedrichstrasse. - - - Lagerstrasse. ⊥⊥⊥⊥ Mittel

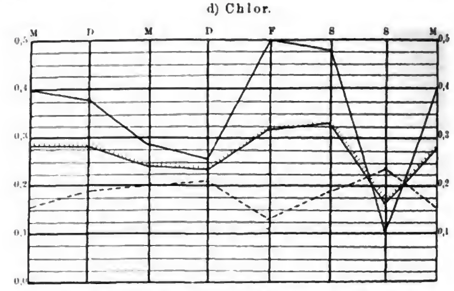
Zu oberst Gesammtstickstoff, in der Mitte gelöster Stickstoff, zu unterst Stickstoff in den suspendirten Theilen.

c) Phosphorsäure.



Friedrichstrasse. - - - Lagerstrasse. ⊥⊥⊥ Mittel.

d) Chlor.



Friedrichstrasse. - - - Lagerstrasse. ⊥⊥⊥⊥ Mittel.

Die Zusammensetzung des Sielwassers zeigt im Laufe des Tages erhebliche Veränderungen, so steigt von früh morgens an mit dem erwachenden Leben in der Stadt der Gehalt des Sielwassers an allen Bestandtheilen bis zu einem ersten und höchsten Maximum, das zwischen 9 und 12 Uhr erreicht wird. In Folge der Mittagsruhe tritt alsdann fast ein allseitiges, rasches Sinken zum Tagesminimum um 3 Uhr ein, dem sich, wie zu erwarten, ein erneutes Ansteigen zum zweiten, meist erheblich kleineren Maximum anschliesst und das seinen Höhepunkt zwischen 6 und 9 Uhr abends erreicht. Jetzt tritt die Nachtruhe ein und damit auch ein erst rasches, später langsameres Sinken des Kanalwassergehaltes an allen Bestandtheilen bis zum grössten Minimum um 3 Uhr nachts.

Die Schwankungen im Gehalt der in den Abwässern enthaltenen einzelnen Bestandtheile sind keineswegs isochron, so tritt z. B. für die gesammten festen Bestandtheile in dem Abwasser des Sieles der Friedrichstrasse das rasch ansteigende Hauptmaximum um 12 Uhr ein, während wir in dem Sielwasser der Wokrenterstrasse, zu deren Entwässerungsgebiet Strassen gehören, welche meist kleine Leute, Handwerker und Schiffer, bewohnen, bei denen früh die Thätigkeit beginnt, bereits um

6 Uhr morgens einen hohen Gehalt an festen Bestandtheilen finden, der nur noch langsam bis um 12 Uhr anwächst. Das zweite Maximum tritt bei dem Sielwasser der Friedrichstrasse um 6 Uhr, bei dem der Wokrenterstrasse erst um 9 Uhr abends ein, wobei besonders darauf zu achten ist, dass bei dem Kanalwasser des letzteren Sielsystemes der Höchstgehalt an festen Bestandtheilen erst auf die Abendstunden fällt. Genau dieselben Schwankungen zeigen sich bei den Abwässern beider Siele auch im Gehalt an löslichen Theilen. Vielleicht sind dabei die Morgen- und Abendmaxima dadurch zu erklären, dass zu den betreffenden Stunden Waschwasser und Urin in besonders grossen Mengen in die Siele gelangen, indem in Rostock wegen der schlechten Abortverhältnisse die Nachtgeschirre auch am Tage regelmässig benutzt zu werden pflegen und daher nicht bloss morgens, sondern auch kurz vor dem Schlafengehen nochmals entleert werden müssen. Diese Annahme erscheint um zu begründeter, als auch der Maximalgehalt an gelöstem Stickstoff, Phosphorsäure und Chlor auf dieselben Zeiten fällt, und man aus diesen Bestandtheilen des Sielwassers auf eine grössere oder geringere Harnbeimengung schliessen kann. Den Höchstgehalt des Sielwassers an suspendirten Bestandtheilen, die bei einer industriearmen Abfuhrstadt wie Rostock hauptsächlich aus dem Spülwasser und Küchenabfällen herstammen, finden wir, wie zu erwarten, zu der Zeit, da jene in besonders grossen Mengen hineingelangen, nämlich in den Mittagsstunden, selbstverständlich schwankt auch die Menge des Stickstoffes in den suspendirten Theilen in der gleichen Weise wie diese selbst.

Auch die wöchentlichen Schwankungen in der Zusammensetzung der Kanalwässer sind recht bedeutend. Obgleich die Veränderungen im Gehalt an den einzelnen Bestandtheilen bei den Abwässern des Lager- und Friedrichstrassensieles nicht völlig gleichzeitig stattfinden, haben sie doch insoferne Aehnlichkeit, als fast bei allen Abwasserbestandtheilen am Dienstag ein mehr oder weniger deutliches Maximum ausgesprochen ist. Besonders hervortretend ist dabei die Zunahme an suspendirten Substanzen, es ist also danach der Dienstag der Hauptputz- und Scheuertag

in der Woche, was mir übrigens auch von anderer Seite bestätigt wurde. Am Sonntag dagegen ist, wie zu erwarten, der Gehalt des Sielwassers in gesammten festen, gelösten und suspendirten Theilen am geringsten, da an diesem Tag nur das Nothwendigste gethan wird. Anders verhält es sich mit dem gelösten Stickstoff und der Phosphorsäure. Diese sind um die Mittagszeit auch an Feiertagen in grossen Mengen dem Kanalwasser beigemischt, indem Waschwasser und Nachtgeschirre ja immer ausgeleert werden müssen und zwar an solchen Tagen in viel kürzerer Zeit als in der Woche. Am Freitag fand ich besonders wenig Phosphorsäure und gelösten Stickstoff im Kanalwasser beider Siele, ohne dafür einen Grund angeben zu können. Der Stickstoff in den suspendirten Substanzen nimmt zu und ab mit diesen selbst, ist also am Dienstag in der grössten, am Sonntag in der geringsten Menge zu finden. Die Ab- und Zunahme des Chlors in den Sielwässern der Lager- und Friedrichstrasse erfolgt zu ganz verschiedenen Zeiten. Während im Abwasser des Friedrichstrassensieles der Chlorgehalt am Freitag und Samstag am grössten und am Sonntag am kleinsten ist, liegen die Verhältnisse bei dem Kanalwasser der Lagerstrasse gerade umgekehrt, vielleicht infolge industrieller Einflüsse.

Die sonstigen Unterschiede im Gehalt und in den Veränderungen der Kanalwässer von Friedrich- und Lagerstrasse sind wohl hauptsächlich durch folgende drei Gründe zu erklären:

1. Das Friedrichstrassensiel hat mit seinen Anschlüssen eine Länge von über 13 km, es sind viele hundert Haushaltungen angeschlossen, so dass bedeutende Schwankungen unmöglich werden, während das Lagersiel bei einer Länge von nur 1200 m viel weniger Haushaltungen entwässert, so dass das Schmutzwasser eines jeden Hauses einen viel grösseren Einfluss auf die Zusammensetzung des Sielwassers hat.

2. An das Siel der Friedrichstrasse sind Strassen mit vornehmer Bevölkerung, ebenso wie Arbeiterviertel angeschlossen. Die Bewohner dieser Strassenzüge haben verschiedene Gewohnheit und Eintheilung für die laufenden Geschäfte der Woche, so dass dadurch ein grösserer Ausgleich in der Zusammensetzung

des Abwassers bewirkt wird. In der Lagerstrasse dagegen wohnen Handwerker, die sich strenger an die Ortsgewohnheiten halten.

3. Das Sielwasser in dem Kanalsystem der Friedrichstrasse ist viel weniger concentrirt, weil zum Theil vornehmere Bevölkerung mit grösserem Wasserverbrauch angeschlossen ist, weil grössere industrielle Betriebe wie Schlachthaus und Mahn und Ohlerich'sche Brauerei ihre Gebrauchswasser dorthin ableiten und weil die Vorstadt durchweg mit Wasserleitung versehen ist, wodurch naturgemäss der Wasserverbrauch ein grösserer wird.

Ueber die eben besprochenen Veränderungen, in der Zusammensetzung des Sielwassers im Laufe eines Tages und einer Woche sind bisher an anderen Orten nur wenige Untersuchungen gemacht worden. Die mir darüber bekannt gewordenen Notizen führe ich in Folgendem kurz an, um die von mir gefundenen Resultate damit vergleichen zu können.

Tabelle VII.

1. **Berlin.**[1])

	Stickstoff	
10 Uhr abends	0,085 g	Mittel aus 6 Radialsystemen.
7 » früh	0,098 »	
12 » mittags	0,127 »	
5 » nachmittags	0,087 »	
8 » abends	0,055 »	Regen!

2. **Roubaire.**[2])

	Rückstand	Stickstoff	Phosphorsäure
5 Uhr morgens	7,700 g	0,127 g	0,350 g
11 » mittags	5,467 »	0,090 »	0,293 »
5 » abends	4,567 »	0,069 »	0,136 »
Mittel	5,911 g	0,095 g	0,259 g

1) Blasius und Büsing, Die Städtereinigung. Seite 150. Anmerkung.

2) König. Die Verunreinigung der Gewässer. Seite 79.

3a. **München.**[1]) (Feichtinger 3./4. III. 68.)

	Trockenrückstand	in H_2O löslich	in H_2O unlöslich
Tagwasser	0,541 g	0,291 g	0,250 g
Nachtwasser	0,561 »	0,343 »	0,032 »

3b. **München.**[1]) 18. III. 1888. Königinstrasse.

	Gesammtrückstand	Gelöste Theile	Suspendirte Theile	Chlor
12 Uhr mittags	1,024 g	0,322 g	0,702 g	0,079 g
7 » abends	0,882 »	0,496 »	0,386 »	0,071 »
1,30 » nachmittags	0,839 »	0,723 »	0,116 »	0,032 »

3c. **München** 14./15. XII. 1888.[2]) Hauptsiel.

Nr.	Stunde	Rückstand g	Chlor g
1	9 Uhr abends	0,746	0,056
2	12 » nachts	0,962	0,056
3	3 » »	0,606	0,033
4	6 » morgens	0,599	0,036
5	9 » »	1,225	0,050
6	12 » mittags	0,943	0,063
7	3 » nachmittags	0,862	0,065
8	6 » abends	1,203	0,112
	Mittel vom ganzen Tag	0,874	0,059
	Mittel der Nachtstunden 9–7	0,733	0,041
	» » Tagesstunden 8–8	0,993	0,074

Leider können die Angaben über den Stickstoffgehalt des Berliner Kanalwassers zu den verschiedenen Tageszeiten kaum zum Vergleiche mit den von mir im Rostocker Sielwasser festgestellten Stickstoffschwankungen herangezogen werden, indem die Wasserentnahme bei der Berliner Untersuchung zu anderen

1) Praussnitz, Der Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar. Seite 30, 31.

2) Praussnitz, Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar. Seite 29.

Die oben angeführte Tabelle ist nur ein Auszug aus den von Praussnitz angegebenen Zahlen, der stündliche Analysen gemacht hat.

Zeiten und nicht so häufig geschah, als ich es that. Kurz nach Tisch, also zur Zeit, da ich infolge der Mittagsruhe eine Abnahme aller Bestandtheile im Sielwasser constatiren konnte, wurden in Berlin keine Analysen gemacht und abends um 8 Uhr, da ich eine zweite Steigerung feststellte, regnete es zur Zeit der Berliner Untersuchung, so dass Verdünnung des Kanalwassers eintrat.

Die Angaben, die über die tägliche Schwankung in der Sielwasserzusammensetzung in Roubaire gemacht worden, widersprechen völlig den von mir gefundenen Resultaten. Morgens um 5 Uhr fand sich der Maximalgehalt an allen Substanzen, auf die geprüft wurde, und von da ab nimmt die Concentration des Sielwassers den ganzen Tag hindurch stetig ab. Leider ist kein Grund für dies eigenthümliche Verhalten angegeben.

Die Feichtinger'schen Untersuchungen vom Jahre 1868 ergaben, dass damals in München das Kanalwasser nachts concentrirter, reicher an löslichen und namentlich organischen Substanzen war als das Tagwasser, was durch die damals herrschende Gewohnheit, bei Nacht den Inhalt von Abortgruben in die Siele zu entleeren, erklärt wird. Dadurch werden auch die Feichtinger'schen Angaben zum Vergleiche mit meinen Resultaten unverwendbar.

Von den 1888 durch Praussnitz gemachten Untersuchungen über die Zusammensetzung des Münchener Sielwassers im Laufe eines Tages, ist die eine für meine Zwecke zu wenig ausführlich, während die andere, welche am 14./15. December gemacht wurde, sehr gut zum Vergleiche mit meinen Ergebnissen dienen kann. Dabei ist zu beachten, dass die Untersuchung in München im Winter stattfand, zur Zeit, da das Leben später beginnt und früher aufhört, die meinige aber im Hochsommer. Praussnitz fand daher bei seinen Analysen ein späteres Ansteigen des Sielwassers an festen Bestandtheilen am Morgen und ein früheres Absinken der Werthe am Abend, während die geringere Concentration des Münchener Sielwassers gegen 3 Uhr nachmittags genau mit der von mir gefundenen Depression im Gehalte des Rostocker Abwassers übereinstimmt.

Ueber die wöchentlichen Veränderungen der städtischen Kanalwässer fand ich nur zwei Angaben, nämlich eine Notiz über die Zusammensetzung des mittleren Wochen- und Sonntagswassers von Roubaire, aus der nur zu ersehen ist, dass das Abwasser am Sonntag bedeutend reiner als das des Wochentags ist, was ja auch selbstverständlich ist.

Roubaire.[1])	Rückstand	Stickstoff	Phosphorsäure
	g	g	g
Wochenwasser	5,911	0,095	0,259
Sonntagswasser	1,300	0,007	0,044

und ferner die ausführliche Untersuchung von Praussnitz über die Veränderung des Münchener Kanalwassers im Laufe einer Woche.

München.[2]) Hauptsiel. März 1888.

Tabelle VIII.

	Datum	Tag	Stunde	Rückstand g	Chlor g	cbm Abwasser pro Secunde
1	20. III.	Montag	7,12	0,687	0,027	0,196
2	21. III.	Dienstag	7,10	0,786	0,031	0,196
3	22. III.	Mittwoch	7,18	0,774	0,037	0,276
4	23. III.	Donnerstag	7,25	0,802	0,033	0,276
5	24. III.	Freitag	7,30	0,726	0,029	0,196
6	26. III.	Sonntag	8,00	0,599	0,047	Regen während d. Nacht 5,0 mm, daher 0,849
			Mittel-Werth	0,729	0,034	

Aus diesen Daten können ohne Kenntnis des gleichzeitigen Wasserverbrauchs und der Eintheilung der Wochengeschäfte in München nur folgende Schlüsse gezogen werden. Mittwoch und Donnerstag scheinen die Tage zu sein, an denen in München die grössten Schmutzmengen in die Siele gelangen, indem an diesen Tagen bei gleichzeitig höchstem Kanalwasserstand ohne vorausgegangenen Regen der Gehalt des Sielwassers an Abdampfrückstand und Chlor der grösste ist. Diese Tage entsprechen

1) König, Verunreinigung der Gewässer. Seite 79.

2) Praussnitz, Einfluss der Münchener Kanalisation auf die Isar. Seite 26, 27.

vielleicht dem Rostocker Scheuertag am Dienstag, an dem ja auch bei grösstem Wasserconsum der höchste Schmutzgehalt der Sielwässer constatirt wurde. Die Werthe, die Praussnitz am Sonntag gefunden hat, sind für meine Untersuchung leider nicht zu verwerthen, indem durch vorausgegangenen Regen das Kanalwasser vermehrt und dadurch der Abdampfrückstand vermindert war.

3. Werthe für die mittlere Zusammensetzung des Rostocker Sielwassers

suchte ich dadurch zu erhalten, dass ich aus den experimentell gefundenen Zahlen für die Tagesschwankungen in der Zusammensetzung der Abwässer des Friedrich- und Wokrenterstrassensieles die mittlere Zusammensetzung des Abwassers am Tage überhaupt berechnete. Indem ich diese = 1 setzte, konnte ich feststellen, um wie viel grösser der Gehalt des Sielwassers an einzelnen Bestandtheilen um 12 Uhr mittags ist, als der des Durchschnitts. Mit Hilfe der so gefundenen Zahlen wurden die Analysen sämmtlicher Sielwässer, die ja fast alle um die Mittagszeit entnommen waren, auf die mittlere Tageszusammensetzung reducirt.

Ferner wurde aus den eine Woche hindurch ausgeführten fortlaufenden Untersuchungen der Sielwässer der Friedrich- und Lagerstrasse, die jeweils um ½12 Uhr ausgeführt worden waren, das Mittel genommen und damit ein mittlerer Wochenwerth für die Zusammensetzung des Sielwassers um die Mittagszeit gewonnen. Aus diesem, welcher wieder = 1 gesetzt wurde, berechnete ich um wieviel geringere oder grössere Concentration die Wasser aller Siele an den einzelnen Wochentagen durchschnittlich zur Mittagsstunde zu haben pflegen. Indem ich die so erhaltenen Werthe zur weiteren Correctur der berechneten, mittleren Tageswerthe der Zusammensetzung aller Sielwässer benutzte, erhielt ich die mittlere Zusammensetzung des Abwassers für alle Tage und alle Sielsysteme[1]).

1) Hierbei ist zu bemerken, dass, da die Werthe für gesammte feste, gelöste und suspendirte Theile nach drei verschiedenen Korrektionszahlen berechnet wurden, nicht mehr wie ursprünglich die gelösten und suspendirten Theile = den gesammten festen Theilen zu sein brauchen. Dasselbe gilt auch für die drei verschiedenen Stickstoffwerthe

Tabelle IX.

Berechnete mittlere Zusammensetzung des Abwassers der 15 grössten Siele in Rostock.

Nr.	Siel	Feste Bestandtheile			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
		gesammte	gelöste	suspendirte	gesammter	gelöster	in den suspendirt. Theilen		
		g	g	g	g	g	g	g	g
1.	Bagehl . . .	0,546	0,419	0,124	—	0,029	—	0,010	0,049
2.	Küterbruch .	2,229	0,877	1,572	0,076	0,049	0,038	0,020	0,082
3	Slüterstrasse . .	1,725	0,892	0,944	0,111	0,080	0,043	0,048	0,140
4	Grubenstrasse	0,427	0,370	0,043	0,006	0,006	—	0,002	0,037
5	Gr. Mönchenstr.	1,222	0,928	0,261	—	0.050	—	0,011	0,199
6	Kossfelderstrasse	1,036	0,903	0,139	0,006	0,002	0,006	0,018	0,141
7.	Burgwall . . .	1,061	0,903	0,160	0,019	0,003	0,025	0,012	0,240
8	Lagerstrasse . .	1,692	1,281	0,367	0,063	0,046	0,021	0,022	0,175
9	Wokrenterstrasse	0,447	0,457	0,036	0,028	0,030	0,002	0,013	0,086
10	Schnickmannstr.	1,060	0,872	0,168	0,049	0,041	0,009	0,026	0,159
11	Badstüberstrasse	0,911	0,765	0,124	0,101	0,095	—	0,032	0,101
12.	Grapengiesserst.	1,570	1,067	0,534	0,104	0,082	0,026	0,042	0,120
13	Fischerstrasse .	1,575	1,014	0,609	0,095	0,076	0,023	0,032	0,113
14.	Friedrichstrasse	1,173	1,021	0,155	0,036	0,027	0,012	0,012	0,326
15.	Fritz-Reuterstr. .	1,045	0,702	0,366	0,064	0,018	0,022	0,033	0,073
	Mittlerer Werth	1,181	0,831	0,373	0,058	0,044	0,019	0,022	0,136

Alle Werthe in dieser Tabelle sind aus einer einmaligen Untersuchung berechnet mit Ausnahme der Zahlen für Friedrich- und Lagerstrassensiel, deren experimentell gefundenes Wochenmittel für 12 Uhr nur auf das Tagesmittel umgerechnet zu werden brauchte, und ferner der Angaben über die mittlere Kanalwasserzusammensetzung der Wokrenterstrasse, bei der das experimentell gefundene Tagesmittel nur auf das Wochenmittel umzurechnen war.

Da Rostocks Stadttheile infolge der verschiedenen Zeiten ihrer Entstehung recht grosse Unterschiede in Bauart und Bevölkerung zeigen, erschien es mir von Interesse, die Abwässer aller von mir untersuchten Sielsysteme, derart nach zwei Gruppen zusammenzufassen, dass ich Kanalwasser der Altstadt und der

beiden Vorstädte unterschied. Dabei ergab sich, dass die mittlere Zusammensetzung der Sielwässer aus der inneren Stadt, die eng bebaut und dicht bevölkert ist, erst nachträglich Wasserleitung erhielt und durch kleine Kanalsysteme entwässert wird, im Gegensatz zu den Abwässern der neueren und weitläufigeren Steinthor- und Kröpelinervorstadt etwas höhere Werthe ergiebt mit Ausnahme der Zahlen für den Chlorgehalt, der im Sielwasser der Vorstädte bedeutend grösser ist.

Tabelle X.

	Altstadt[1]) g	Vorstädte[1]) g
1 Feste Theile:		
a) insgesammt	1,256	1,109 (— 0,147)
b) gelöste	0,865	0,861 (— 0,004)
c) suspendirte	0,420	0,260 (— 0,160)
2. Stickstoff:		
a) insgesammt	0,065	0,050 (— 0,015)
b) gelöster	0,049	0,037 (— 0,012)
c) in den suspendirten Theilen	0,019	0,017 (— 0,002)
3. Phosphorsäure	0,024	0,023 (— 0,001)
4. Chlor	0,134	0,199 (+ 0,065)

II. Die durch die Siele abgeführten Unrathmengen.

Um die Masse des Unraths kennen zu lernen, der durch die Siele aus Rostock abgeführt wird, muss man ausser der Zusammensetzung des Sielwassers auch noch die Menge desselben kennen. Dazu ist es nothwendig, zunächst die Wasserversorgung der Stadt Rostock kurz zu schildern, da ja das der Stadt zugeführte Wasser zum grössten Theil als Schmutzwasser wieder abgeführt wird.

1) Der Werth für die Altstadt ist das Mittel aus den Analysen der Abwässer der 13 ersten Siele mit Ausnahme der des Grubenstrassensieles, da dieses zur Entwässerung der inneren Stadt und der Steinthorvorstadt dient und ferner von einer Abzweigung der Oberwarnow durchflossen wird, so dass das eigentliche Schmutzwasser bedeutend verdünnt wird. Der Grad der Verdünnung liess sich leider nicht feststellen, da dieselbe mit dem Wasserstande des Flusses und mit dem Oeffnen und Schliessen der Schleussen am Mühlendamm fortwährend wechselt. Die Angaben über die Zusammensetzung des Sielwassers der Vorstädte sind das Mittel aus den Analysen des Kanalwassers des Friedrich- und Fritz Reuterstrassensieles.

1. Die Rostocker Wasserversorgung.

Das Wasser, das in Rostock verwendet wird, stammt aus zwei Quellen, nämlich aus Brunnen, die in einzelnen Strassenvierteln noch ziemlich häufig sind, und aus der städtischen Wasserleitung, die filtrirtes Warnowwasser liefert. Diese ist zwar über die ganze Stadt verbreitet, aber doch in den neuangelegten Vorstädten am vollständigsten ausgeführt. Wieviel Wasser den Pumpen entnommen wird, entzieht sich ganz der Beurtheilung, doch ist wahrscheinlich die Wassermenge aus den Brunnen verhältnissmässig sehr gering im Vergleich zu den durch die Rostocker Wasserwerke, geförderten Mengen, zumal da die meisten Brunnen stark verunreinigtes Wasser zu Tage fördern und vor ihrer Benutzung eindringlich gewarnt wurde.

Das städtische Wasserwerk, das unter diesen Umständen wohl nur allein in Betracht kommt, gab in den letzten drei Jahren folgende Wassermengen ab.

Tabelle XI.

		cbm pro anno	Liter pro Tag und Kopf
1.	1894	1 942 000	109,0
2.	1895	1 805 669	99,0
3.	1896	2 109 730	113,3

Es ist hiernach die Wasserabgabe nicht gleichmässig mit der Bevölkerungszunahme gewachsen, sondern unterliegt Schwan-

1) Rostock besitzt nach den Erhebungen, die im Jahre 1893/94 gemacht wurden, noch 192 Brunnen, die sich folgendermaassen auf die einzelnen Gegenden vertheilen und gutes oder schlechtes Wasser liefern.

	unbeanstandet	beanstandet	Summe
Altstadt	1	26	27
Kröpeliner Vorstadt	4	26	30
Steinthor Vorstadt	14	56	70
Ausserhalb gelegene	18	47	65
Summe	37	155	192

Die als »ausserhalb gelegene Brunnen« bezeichneten Pumpen befinden sich in Anwesen, die nicht an das städtische Kanalnetz angeschlossen sind, also auch nicht bei der Gesammtabwassermenge des Rostocker Sielsystemes in Frage kommen. Es sind demnach nur noch 127 Brunnen in Rechnung zu zi hen von denen nur 19 einwandfreies Wasser liefern.

kungen, die wohl mit der grösseren und geringeren Trockenheit in den betreffenden Jahren und den verschieden hohen Sommertemperaturen zusammenhängen. Die Verwendung der abgegebenen Wassermengen vertheilt sich nach Mittheilung der Wasserwerksdirection etwa folgendermaassen bei einem mittleren Gesammtverbrauch von 1981260 cbm.

Tabelle XII.

		cbm	%
1.	Feuerlöschen	560	0,03
2.	Rohrnetzspülung	1500	0,08
3.	Sielspülung	2070	0,10
4.	Anlagen	5000	0,25
5.	Strassen- und Rinnsteinsprengung	6390	0,32
6.	Springbrunnen	12 600	0,64
7.	Freibrunnen	13 600	0,69
8.	Verlust	75 932	3,83
9.	Pissoirs	84 500	4,26
10.	Gewerbe	426 886	21,55
11.	Hausverbrauch	1 352 222	68,25

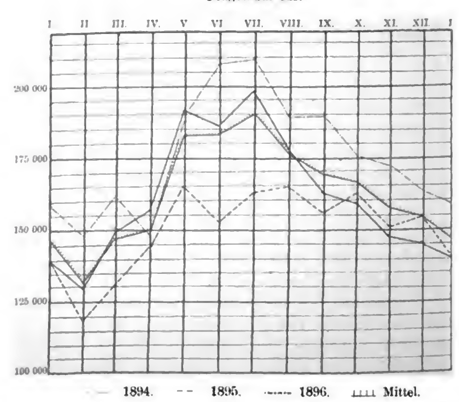
Hiervon kommen als nicht in die Kanäle gelangend in Abzug die Wassermengen, die zum Feuerlöschen dienen, die zur Sprengung von Anlagen, Rinnsteinen und Strassen verwendet werden, die von der geringen Industrie in Dampf verwandelten Wassermengen und schliesslich die directen Wasserverluste. Dieselben beziffern sich nach obiger Tabelle — von den Dampfverlusten abgesehen — auf 4,43 % = 87882 cbm, so dass also voraussichtlich 95,57 % oder 1893378 cbm Wasser durch die Stadt hindurch in die Siele gelangen.

Der Wasserbedarf wechselt natürlich mit der Jahreszeit und daher finden wir auch ziemlich grosse Schwankungen in den Wassermengen, welche in den einzelnen Monaten verwendet werden. Dieselben sind aus der nachfolgenden Tabelle XIII zu ersehen, der ich zur besseren Uebersicht noch eine graphische Wiedergabe folgen lasse.

Tabelle XIII.

	1894		1895		1896		Mittel aus 94, 95, 96	
	cbm	%	cbm	%	cbm	%	cbm	%
1. Januar	140 194	7,22	140 428	7,78	158 333	7,50	146 318,38	7,49
2. Februar	127 888	6,58	119 978	6,64	147 217	6,98	131 694,32	6,75
3. März	148 618	7,65	130 789	7,24	162 167	7,69	147 188,10	7,54
4. April	156 921	8,08	144 295	7,99	148 032	7,02	149 749,38	7,67
5. Mai	190 926	9,83	165 375	9,16	189 194	8,97	181 831,55	9,31
6. Juni	185 842	9,56	153 283	8,49	207 296	9,82	182 140,39	9,33
7. Juli	198 441	10,22	162 847	9,02	209 091	9,91	190 126,16	9,74
8. August	178 313	9,18	164 612	9,12	188 520	8,93	177 148,39	9,07
9. Septemb.	162 526	8,37	156 018	8,64	188 789	8,95	169 107,66	8,66
10. Oktober	159 542	8,22	162 592	9,00	175 743	8,33	165 959,00	8,50
11. Novemb.	147 550	7,60	151 161	8,37	172 112	8,16	156 941,00	8,04
12. Decemb.	145 239	7,48	154 291	8,55	163 256	7,74	154 262,00	7,90
	1942 000		1805 669		2109 730		1952 466,33	

Diagramm III.



— 1894. - - 1895. ----- 1896. ⊥⊥⊥⊥ Mittel.

In den Sommermonaten, also im Mai bis August ist der Wasserverbrauch durchschnittlich am höchsten, im September und October findet ein Absinken auf die Höhe des Winterbedarfes statt, der im Februar am geringsten ist. Dabei ist die geringe Grösse des Wasserverbrauchs nicht allein durch die Kürze des Monats zu erklären.

Viel wichtiger als diese Daten, sind die über die wöchentlichen Schwankungen im Wasserconsum, da sich dabei eine gewisse Gesetzmässigkeit findet, die bei der Bestimmung der durch die Siele abgeführten Schmutzmengen zu beachten ist. Bei den nun folgenden Tabellen, die ich hierüber aufgestellt habe, bedeuten die oben stehenden Zahlen wie oft im Jahre die Grösse des Wasserconsums an dem betreffenden Wochentag die 1., 2., 3. etc. Stelle einnehmen.

Tabelle XIV

1. 1894.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Montag	7	9	13	11	8	4	1
Dienstag	25	7	8	6	3	3	—
Mittwoch	7	15	15	8	5	1	1
Donnerstag	7	7	8	10	9	11	—
Freitag	7	3	5	5	14	15	3
Samstag	2	10	4	13	9	14	—
Sonntag	—	—	1	—	1	5	45

2. 1895.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Montag	3	11	12	15	3	7	1
Dienstag	26	13	7	4	2	—	1
Mittwoch	15	16	12	4	4	—	1
Donnerstag	7	4	11	13	4	13	—
Freitag	3	2	2	8	21	14	2
Samstag	2	3	8	7	19	13	—
Sonntag	—	—	—	—	1	4	47

3. 1896 Januar—August.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Montag	3	6	6	12	2	5	1
Dienstag	16	7	9	1	1	—	—
Mittwoch	6	15	10	—	3	—	1
Donnerstag	6	6	5	8	5	4	1
Freitag	1	1	4	6	15	7	1
Samstag	3	1	—	7	9	15	—
Sonntag	—	—	—	—	—	3	32

4. 1894, 1895, 1896 Januar—August.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
Montag	13	26	31	38	13	16	3
Dienstag	67	27	24	11	6	3	1
Mittwoch	28	46	37	12	12	1	3
Donnerstag	20	17	24	31	18	28	1
Freitag	11	6	11	19	50	36	6
Samstag	7	14	12	27	37	42	—
Sonntag	—	—	1	—	2	12	124

Daraus wird ersichtlich, dass am Dienstag[1]) am allerhäufigsten das meiste Wasser in der Woche verbraucht wird. Da die chemische Analyse des Sielwassers ergeben hat, dass an diesem Tage der meiste Schmutzgehalt in demselben vorhanden ist, während doch der gesteigerte Wasserverbrauch eine Verdünnung des Sielwassers bedingen sollte, so ist offenbar, wie ich schon früher hervorhob, dass der Dienstag der Hauptscheuer- und Reinmachetag in der Woche ist. Aehnlich, wie am Montag und Mittwoch der Schmutzgehalt des Sielwassers geringer ist, sehen wir auch für gewöhnlich einen geringeren Wasserverbrauch als am Dienstag, wobei übrigens der Mittwoch die Mittelstellung einnimmt. Gegen Ende der Woche nehmen Wasserverbrauch und Schmutzgehalt der Sielwässer ab, ohne dass aber mit der Abnahme des Schmutzgehaltes auch eine entsprechende Abnahme des Wasser-

1) Der Dienstag würde noch häufiger an erster Stelle stehen, wenn nicht durch Feiertage (Ostern, Pfingsten, Weihnachten etc.) dann und wann eine Verschiebung in der Wochenthätigkeit bewirkt würde.

consums am Freitag einhergeht. Am Sonntag ist, wie zu erwarten, Schmutzgehalt und Wasserverbrauch am geringsten, da ja an diesem Tage die Industrie ruht und auch nicht geputzt wird.

Die Wochenschwankungen in absoluten Zahlen für das ganze Jahr hier anzuführen, ist wohl überflüssig, da die Untersuchungen der Sielwässer, deren Menge ich ja aus dem mittleren Wochenverbrauch berechnen will, nur in die Monate Juni, Juli und August fielen. Ich reihe daher nur die Wasserverbrauchszahlen für diese drei Monate an. Für die Analysenwoche, die ja keine Kalenderwoche ist, wie ich schon erwähnt, habe ich die Zahlen für den Wasserverbrauch gesondert berechnet.

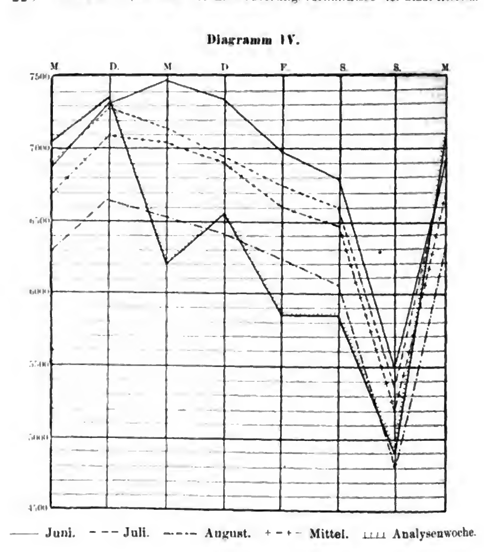
Statt weiterer Erläuterung gebe ich ausser der Zahlentabelle XV auch noch eine graphische Darstellung (Diagramm IV).

Tabelle XVa.

	1896		
	Juni	Juli	August
	cbm	cbm	cbm
Montag	6877,8	6890,9	6296,8
Dienstag	7320,4	7306,0	6674,7
Mittwoch	7469,7	7161,0	6524,5
Donnerstag	7344,1	6952,0	6386,6
Freitag	6977,9	6769,0	6057,1
Samstag	6787,7	6592,0	6070,0
Sonntag	5496,0	5364,4	4822,2
Mittel	6909,9	6742,3	6081,3

Tabelle XVb.

	Mittelwerth aus Juni, Juli, August		Analysenwoche	
	cbm	%	cbm	%
Montag	6688,5	101,68	7064	114,12
Dienstag	7100,3	107,94	7341	118,59
Mittwoch	7051,7	107,20	6217	100,43
Donnerstag	6894,2	104,81	6568	106,09
Freitag	6601,3	100,35	5846	94,44
Samstag	6482,9	98,56	5844	94,40
Sonntag	5227,6	79,47	4453	71,93
Mittel	6578,07		6190,43	



Auch im Laufe eines Tages wechselt selbstverständlich die Grösse des Wasserverbrauchs in den verschiedenen Stunden. Die grösste Wasserabgabe im Laufe einer Stunde findet sich an Wochentagen meist zwischen 9 und 12 Uhr morgens, an Sonntagen bereits von 8 bis 10 Uhr. Doch kann der Maximalverbrauch zu jeder Tageszeit erfolgen, wie die hier angeführten Tabellen (XVI) zeigen, in denen die Zahlen angeben, wie oft im Jahr der Maximalverbrauch auf die betreffende Stunde fiel. Da die Tagesschwankung an den einzelnen Wochentagen etwas verschieden ist, habe ich in den Tabellen auch darauf Rücksicht genommen.

Tabelle XVI.

1. 1894.

	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7
Montag	—	4	2	5	10	19	1	2	4	—	1	3	2
Dienstag	—	1	1	6	8	16	4	2	6	3	—	2	3
Mittwoch	—	—	8	6	7	17	3	—	5	1	1	2	1
Donnerst.	1	1	2	9	5	18	3	1	5	1	1	3	1
Freitag	1	3	7	7	5	17	3	2	2	1	1	3	—
Samstag	1	2	2	11	14	12	1	2	3	3	—	—	1
Sonntag	3	3	23	11	7	3	1	—	—	—	—	—	1
Summe	6	14	45	55	56	102	16	9	25	9	4	13	9

2. 1895.

	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7
Montag	—	—	3	5	14	16	1	2	1	4	1	—	1
Dienstag	—	—	1	11	15	20	—	—	5	1	—	1	—
Mittwoch	—	—	2	10	16	19	1	1	2	1	—	—	—
Donnerst.	—	—	4	11	14	18	—	—	2	2	1	—	—
Freitag	—	—	4	15	15	18	—	—	1	—	—	—	—
Samstag	—	—	11	12	9	18	—	—	2	—	—	—	—
Sonntag	—	1	16	15	10	8	1	—	2	—	1	—	—
Summe	—	1	41	79	93	117	3	3	15	8	3	1	1

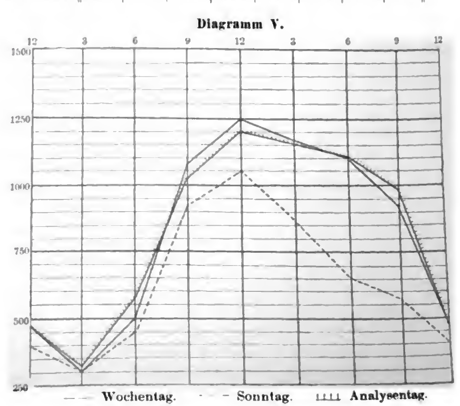
3. 1896 I.—VIII.

	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7
Montag	—	—	—	4	5	18	—	1	4	3	—	—	—
Dienstag	—	—	—	3	12	16	—	1	2	—	—	—	—
Mittwoch	—	—	—	7	15	10	—	—	4	—	—	—	—
Donnerst.	—	—	6	6	7	16	—	—	—	—	—	—	—
Freitag	—	—	2	6	6	19	—	—	2	—	—	—	—
Samstag	—	—	3	8	14	6	—	1	3	—	—	—	—
Sonntag	—	1	14	9	8	3	—	—	—	—	—	—	—
Summe	—	1	25	43	67	88	—	3	15	3	—	—	—

In absoluten Zahlen gebe ich aus dem schon vorher erwähnten Grunde nur für Juni, Juli und August 1896 den täglichen Wechsel im Wasserverbrauch an und zwar nach dreistündigen Beobachtungen (Tab. XVII), da ja auch meine Analysen in dreistündigen Intervallen gemacht worden sind. Da die Schwankungen im Wasserconsum an allen Wochentagen in fast gleicher Weise geschehen, gebe ich nur das Mittel aus denselben an, ferner die davon verschiedenen Zahlen der sonntäglichen Aenderungen im Wasserbedarf und schliesslich die Schwankungen im Wasserverbrauch am Analysentage. Die nachfolgende graphische Darstellung möge zur besseren Uebersicht der angeführten Daten dienen (Diagr. V).

Tabelle XVII.

	12—3 cbm	3—6 cbm	6—9 cbm	9—12 cbm	12—3 cbm	3—6 cbm	6—9 cbm	9—12 cbm	Summe cbm
Wochentag	294,60	502,60	1076,4	1249,7	1164,5	1103,6	922,6	489,0	6803,0
Sonntag	287,6	455,1	925,4	1044,9	871,8	646,6	585,2	410,7	5227,3
Analysentag	318,0	571,0	1032,0	1204,0	1149,0	1111,0	973,0	480,0	6838,0



2. Abwasserförderung der einzelnen Siele in Rostock.

Mit Hilfe dieser Tabellen über den Wasserverbrauch nach Monaten, Wochen und Tagen lässt sich die thatsächliche Abwassermenge, welche die einzelnen Siele fördern, berechnen, weil bekannt ist, wie gross die Procentbetheiligung der einzelnen Siele an der Gesammtentwässerung Rostocks ist. Zur Verfügung standen mir die Angaben über die Abwasserbelastung der einzelnen Siele nach der Berechnung des Hafenbauamtes, die in der nachstehenden Uebersicht (Tab. XVIII) enthalten sind. Dieselben habe ich ergänzt durch die Zahlen über die Procentbetheiligung der einzelnen Siele an der Gesammtabwasserförderung (Columne 1 u. 2). Nach diesen Procentzahlen beläuft sich unter der Annahme, dass nur das Leitungswasser in die Siele gelangt, die Abwassermenge, welche durch die einzelnen Siele im Jahre 1895 und in den Monaten Juni, Juli und August 1896 abfloss, auf die in Columne 3—6 eingetragenen Mengen. Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass die oben als zu Verlust gehend bezeichnete Wassermenge aus der Leitung in der Höhe von 4,43%, die für die Gesammtjahresproduction der Rostocker Wasserwerke in Geltung ist, für die drei Sommermonate nicht gilt, da in diesen für Sprengung der Strassen und Gartenanlagen eine höhere Wasserabgabe erfolgt. Es wurden nach den Aufzeichnungen des Wasserwerksdirectors im Sommer 1896 zum Sprengen verwendet.

1896	April	Mai	Juni	Juli	August
Cubikmeter	510,8	3443,1	4126,9	3624,4	721,2
Procent der Wasserabgabe im Monat	0,345%	1,82%	1,99%	1,73%	0,38%

Wir haben also an Stelle der 0,32%, die auf S. 35 als die für Sprengen im Jahresdurchschnitt verwendeten Wassermengen verzeichnet sind, für die Sommermonate erheblich höhere Beträge in Abzug zu bringen. Die konstanten Wasserverluste, die 4,11% betragen, machen für Juni, Juli und August 8519,8, 8593,5 und 7748,17 cbm aus. Wir behalten also zur Verteilung an die Siele

übrig, wenn diese eben angegebenen Zahlen und die obigen für das Sprengen verwendeten Wassermengen in Abzug kommen, als in den drei Monaten abgeführte Gesammtwassermengen: 193649,3, 196873,1 und 180047,63 cbm, die auch bei der unten stehenden Zusammenstellung zu Grunde gelegt wurden.

Tabelle XVIII.

	Sielname	I. Förderung in der Sec cbm	II. % der Gesammtheit	III. Juni 96 cbm täglich	IV. Juli 96 cbm täglich	V. August 96 cbm täglich	VI 1895 cbm im Jahr
1.	Bagehl	0,0005	0,43	27,90	27,31	24,97	7420,5
2.	Gärbergang	0,0003	0,26	16,87	16,51	15,10	4486,7
3.	Ob.d.Gärberbruchs	0,0014	1,20	77,86	76,21	69,70	20708,9
4.	Küterbruch	0,0016	1,37	88,89	87,01	79,57	23641,7
5.	Slüterstrasse	0,0004	0,34	22,06	21,59	19,75	5867,3
6	Grubenstrasse	0,0247	21,18	1374,25	1345,15	1230,14	365500,0
7.	Gr. Mönchenstr.	0,0012	1,03	66,83	65,42	59,82	17774,6
8	Kossfelderstrasse	0,0016	1,37	88,89	87,01	79,57	23641,7
9.	Burgwall	0,0012	1,03	66,83	65,42	59,82	17774,6
10.	Lagerstrasse	0,0036	3,09	200,49	196,25	179,47	53323,7
11.	Wokrenterstrasse	0,0055	4,72	306,25	299,76	274,14	81452,0
12.	Schnickmannstr.	0,0046	3,94	255,65	250,23	228,83	67991,7
13.	Badstüberstrasse	0,0023	1,97	127,82	125,12	114,41	33996,2
14.	Grapengiesserstr.	0,0053	4,55	295,22	288,97	264,26	78518,3
15.	Fischerstrasse	0,0029	2,49	161,56	158,14	144,62	42969,0
16.	Friedrichstrasse	0,0441	37,82	2453,94	2401,94	2196,60	652650,0
17	Fritz Reuterstr.	0,0154	13,21	857,12	838,96	767,23	227963,0
	Summe	0,1166	100,00	6488,43	6351,00	5808,00	1725679,1

3. Berechnung des Unraths, der durch die Siele aus Rostock befördert wird.

a) Die absolute Menge der im Sielwasser enthaltenen Bestandtheile wurde durch Multiplication der durch die Analysen gefundenen Werthe für dieselben mit dem täglichen, durchschnittlichen Wasserquantum, das das betreffende Siel im Monat der Analyse förderte, berechnet. Die Zusammensetzung des Sielwassers der Kanalsysteme »Gärbergang« und »Oberhalb des Gärberbruchs« ist nicht festgestellt worden, doch

ist anzunehmen, dass deren Wasser ungefähr die gleiche Beschaffenheit wie das der übrigen Siele der Altstadt haben wird. Es wurde daher bei der Berechnung der Unrathförderung dieser Siele die mittlere Zusammensetzung aller Kanalwässer der Altstadt zu Grunde gelegt. Sollte die Beschaffenheit dieser beiden Abwässer doch eine bedeutend andere sein, so wird doch das Gesamtresultat dadurch kaum beeinflusst werden, da beide Kanalsysteme zusammen nur 1,76 % der Gesammtförderung übernehmen. Für das Abwasser des Grubenstrassensieles erscheinen die so berechneten Werthe zu gering, da, wie schon hervorgehoben, das Siel von einer Abzweigung der Warnow durchflossen und die Concentration des wirklichen Kanalwassers dadurch bedeutend herabgesetzt wird. Bei den Abwässern der Sielsysteme »Bagehl« und »Grosse Mönchenstrasse« sind die Bestimmungen des Gesammtstickstoffs verunglückt, ich berechnete diesen daher durch Addition der Werthe für den löslichen Stickstoff mit dem Mittelwerthe für den Stickstoff in den suspendirten Theilen aller Abwässer der Altstadt. Im Kanalwasser des Grubensieles wurden keine suspendirten Bestandtheile festgestellt, es fehlt daher auch der Werth dafür in der Tabelle.

Tabelle XIX.

Siel	Feste Bestandtheile			Stickstoff			Phosphorsäure	Chlor
	gesammt kg	gelöst kg	suspend. kg	gesammt kg	gelöst kg	in den suspend. Theilen kg	kg	kg
1. Bagehl	15,233	11,690	3,459	1,346	0,808	0,538	0,265	1,363
2. Gärbergang	21,189	14,593	7,085	1,098	0,819	0,325	0,400	2,257
3. Ob d. Gärberbruchs	97,792	67,349	32,701	5,069	3,778	1,501	1,844	10,416
4. Küterbruch	198,136	77,956	139,732	6,713	4,346	3,397	1,742	7,330
5. Slüterstrasse	38,054	19,677	20,825	2,458	1,767	0,945	1,068	3,099
6. Grubenstr.	586,814	508,475	—	8,809	8,301	—	2,666	50,366
7. Gr Mönchenstrasse	81,666	62,019	17,142	4,605	3,317	1,288	0,720	13,278
8. Kossfelderst	92,090	80,260	12,355	0,534	0,195	0,529	1,607	12,510
9. Burgwall	71,107	60,347	10,693	1,249	0,197	1,685	0,778	16,041
10. Lagerstrasse	303,664	299,900	65,866	11,236	8,193	3,774	3,864	31,454
11. Wokrenterst.	133,994	136,990	10,791	8,519	8,951	0,495	4,047	25,884

Fortsetzung zu Tabelle XIX.

Siel	Feste Bestandtheile gesammt kg	gelöst kg	suspend. kg	Stickstoff gesammt kg	gelöst kg	In den suspend. Theilen kg	Phosphorsäure kg	Chlor kg
12. Schnickmannstr.	270,987	222,926	42,949	12,923	10,570	2,262	6,726	40,599
13. Badstüberstr	116,445	97,783	15,850	12,874	12,093	0,033	4,030	12,881
14. Grapengiesserstr.	463,500	315,000	157,648	30,588	24,323	7,685	12,326	35,406
15. Fischerstr.	254,453	163,822	98,390	15,272	12,238	3,675	5,105	18,256
16. Friedrichstr.	2576,620	2212,740	332,723	78,616	58,627	26,469	26,645	715,200
17. Fritz Reuterstrasse	895,700	601,700	313,707	54,924	40,747	18,968	28,542	62,826
Summe	6217,444	4913,235	1282,217	256,834	199,271	73,571	102,870	1059,164

Die Summe der gelösten und suspendirten Bestandtheile in den einzelnen Abwässern, ebenso wie die des gelösten und in den suspendirten Theilen enthaltenen Stickstoffs ist nicht gleich den, aus den gefundenen Zahlen berechneten Werthen. Doch ist der Unterschied, den ich in der kleinen Zusammenstellung auf S. 227 Tab. XX durch Beifügung der Differenzen in Klammern angegeben habe, so unbedeutend, dass ich ihn vernachlässigen kann. In den späteren Tabellen habe ich daher nur die durch Addition der Zahlen für gelöste und suspendirte Bestandtheile (ebenso beim Stickstoff) erhaltenen Werthe eingesetzt. Alle die angeführten Zahlen für die Mengen der in den Sielwässern enthaltenen Bestandtheile gelten zunächst natürlich nur für die Sommermonate. Ich halte mich jedoch für berechtigt, die Zahlen auch für die Wintermonate als annähernd richtig anzusehen, da ja die häuslichen Verrichtungen jahraus, jahrein immer die gleichen sind, gewisse häusliche Geschäfte sich in bestimmtem Turnus wiederholen, die Industrie das ganze Jahr hindurch annähernd die gleiche bleibt und die Fäcalienproduction sogar dieselbe bleiben muss. Im Winter werden höchstens die Concentrationsverhältnisse der Abwässer andere (höhere) sein, während die Menge der durch sie geförderten Bestandtheile die gleiche bleibt. Aus dem täglichen Anfall aller in den Sielwässern enthaltenen Bestand-

theile ergibt sich dann der in der folgenden Tabelle XX angegebene jährliche Anfall:

Tabelle XX.

Gesammtgewicht aller Bestandtheile, die durch die Siele abgeführt werden.

		pro Tag	pro Jahr
		kg	kg
Feste Theile	insgesammt	6195,452 (— 21,992)	2 261 339,943
	gelöste Theile	4913,235	1 793 330,848
	suspendirte Theile	1282,217	468 009,095
Stickstoff	insgesammt	272,842 (+ 16,008)	99 587,220
	in den gelösten Theilen	199,271	72 733,805
	in den suspendirt Theilen	73,571	26 853,415
Phosphorsäure		102,370	37 364,867
Chlor		1059,164	386 594,860

b) Die im Rostocker Leitungswasser bereits enthaltenen Bestandtheile müssen natürlich in Abzug gebracht werden, wenn man aus den vorhergehenden Zahlen ein Urtheil über die thatsächlich durch die Siele aus Rostock abgeführte Menge von festen Stoffen (Schmutzstoffen) gewinnen will. Ueber die Zusammensetzung des Leitungswassers konnten zu gleicher Zeit Untersuchungen nicht ausgeführt werden, jedoch sind aus den Jahren 1893 und 94 zahlreiche Analysen des Leitungswassers vorhanden, die ich sehr wohl für meine Zwecke verwenden kann. Zu gleicher Zeit wurden damals Proben aus der Oberwarnow, dem Zuleitungskanal zu den Wasserwerken und dem filtrirten Wasser entnommen. Für meine Zwecke kommt naturgemäss nur die Zusammensetzung des filtrirten Wassers in Betracht, von welchem im ganzen 80 Analysen an 41 verschiedenen Tagen gemacht wurden und zwar an 18 Tagen des Jahres 1893 und 23 Tagen des Jahres 1894. Die Analysen wurden jedesmal am 15. und letzten eines jeden Monats ausgeführt und in der nun folgenden Tabelle XXI ist daraus die mittlere Zusammensetzung des Leitungswassers in jedem Monat angegeben. Die eingeklammerten Zahlen bedeuten die Anzahl der Analysentage im Monat.

Tabelle XXI.

a) 1893.

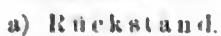
		Rückstand	Chlor	O-Verbrauch
		g	g	g
1.	April (3)	0,282	0,039	0,0059
2.	Mai (2)	0,265	0,039	0,0055
3.	Juni (2)	0,265	0,035	0,0040
4.	Juli (2)	0,235	0,036	0,0041
5.	August (2)	0,260	0,041	0,0036
6.	September (2)	0,264	0,040	0,0036
7.	October (2)	0,297	0,038	0,0047
8.	November (2)	0,300	0,038	0,0054
9.	Dezember (1)	0,347	0,030	0,0043
	Mittel	0,279	0,037	0,0046

b) 1894.

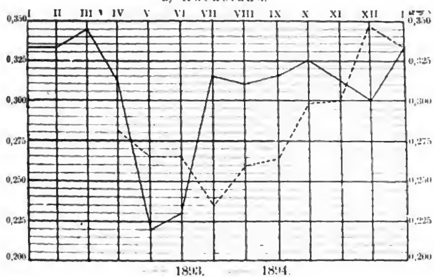
		Rückstand	Chlor	O-Verbrauch
		g	g	g
1.	Januar (2)	0,332	0,031	0,0046
2.	Februar (2)	0,332	0,032	0,0047
3.	März (1)	0,345	0,050	0,0059
4.	April (3)	0,312	0,030	0,0049
5.	Mai (2)	0,220	0,033	0,0043
6.	Juni (2)	0,230	0,032	0,0065
7.	Juli (2)	0,315	0,036	0,0071
8.	August (2)	0,311	0,036	0,0060
9.	September (1)	0,315	0,036	0,0046
10.	October (3)	0,325	0,036	0,0051
11.	November (1)	—	0,036	0,0060
12.	Dezember (1)	0,300	0,034	0,0048
	Mittel	0,303	0,033	0,0054

Zur besseren Beurtheilung der eben hier angeführten Werthe lasse ich auch die graphische Aufzeichnung derselben folgen.

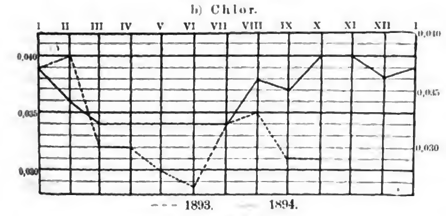
Diagramm VI.



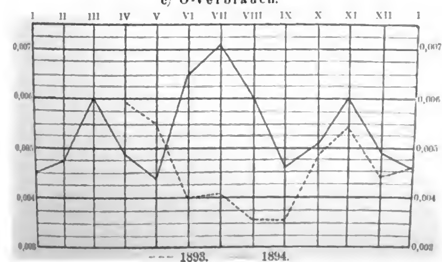
a) Rückstand.



b) Chlor.



c) O-Verbrauch.



Das Leitungswasser zeigt hiernach verhältnismässig nur geringe Schwankungen in der Zusammensetzung, so dass das Mittel der Analysen beider Jahre von mir anstandslos in meine Berechnung eingezogen werden kann. Dasselbe beträgt:

Rückstand[1])	0,291 g
Chlor	0,035 »
O-Verbrauch	0,005 »

c) Die thatsächlichen Unrathmengen, die durch die Siele aus Rostock entfernt werden. Von der oben mitgetheilten Gesammtmenge der festen Bestandtheile des Abwassers pro Jahr ist die bereits im Leitungswasser enthaltene Menge abzuziehen, um die thatsächliche Masse des Unraths kennen zu lernen, der durch die Siele abgeführt wird. Nur ist aber dabei zu berücksichtigen, dass die Werthe für die Gesammtmenge der durch die Siele im Laufe eines Jahres abgeführten Bestandtheile erhalten wurden durch die Multiplication der Tageswerthe für die einzelnen Bestandtheile mit 365, die aber aus den Sommermonaten erhalten wurden, in denen der Wasserverbrauch, also die Menge der durch das Leitungswasser in das Sielwasser gelangenden festen Bestandtheile auch die grösste ist. Deshalb muss auch die Menge der Bestandtheile, welche im Leitungswasser enthalten sind, bereits von der Tagessumme in Abzug gebracht werden, jedoch unter der Berücksichtigung folgender Punkte:

1. Im Juni wurden die Abwasserproben aus allen Sielen analysirt mit Ausnahme derjenigen aus dem Kanalsysteme der Friedrich-, Wokrenter- und Lagerstrasse. Die untersuchten Siele befördern 54,37 % der Gesammtwassermenge, hatten also im Juni durchschnittlich zusammen 3527,75 cbm pro Tag abgeführt.

---

			g
1) 1893.	Grösster und kleinster	Rückstand	0,347—0,233,
	» » »	Chlorgehalt	0,041—0,030,
	» » »	O-Verbrauch	0,0059—0,0036.
1894.	» » »	Rückstand	0,345—0,220,
	» » »	Chlorgehalt	0,036—0,030,
	» » »	O-Verbrauch	0,0071—0,0043.

2. Im Juli wurde die Analyse des Abwassers des Wokrenterstrassensieles gemacht. Dieses ist mit 4,72 % an der Entwässerung Rostocks betheiligt, förderte also pro Tag im Juli 299,76 cbm.

3. Im August wurden Lager- und Friedrichstrassen-Sielwasser untersucht. Beide Kanäle befördern 40,91 % der Gesammtabwassermenge, pro Tag liefen demnach im August 2376,07 cbm durch dieselben ab.

Wir haben somit im ganzen den Gehalt an festen Bestandtheilen in 3527,75 cbm
299,76 »
2376,07 »

6203,58 cbm Leitungswasser abzuziehen.

Dies macht aus für:

	pro Tag	pro Jahr
gelöste feste Bestandtheile .	1805,24 kg	658 912,60 kg
Chlor	217,13 »	79 250,73 »

Der Gehalt an organischen Stoffen ist nicht zu berechnen, da derselbe nur durch den Sauerstoff-Verbrauch bestimmt wurde. Ich erhalte nach Abzug dieser Zahlen für gelöste feste Bestandtheile (Abdampfrückstand) und Chlor als die thatsächliche im Rostocker Sielwasser abgeführte Unrathmenge.

Tabelle XXII.

	Pro Tag	Pro Jahr
	kg	kg
a) Feste Theile:		
1. insgesammt	4390,212	1602 427,343
2. gelöste	3107,995	1134 418,248
3. suspendirte	1282,216	468 009,095
b) Stickstoff		
1. insgesammt	272,842	99 587,220
2. gelöster	199,271	72 733,805
3. in den suspendirten Theilen . . .	73,571	26 853,415
c) Phosphorsäure	102,369	34 364,867
d) Chlor	842,039	307 344,125

In runder Summe ausgedrückt, ergeben diese Werthe für das Jahr:

		Doppelcentner à 100 kg	Waggonladung à 10000 kg
Feste Theile	insgesammt	16024	$160\frac{1}{4}$
	gelöste	11344	$113\frac{1}{2}$
	suspendirte	4680	$46\frac{3}{4}$
Stickstoff	insgesammt	996	10
	gelöster	727	$7\frac{1}{4}$
	in den suspendirten Theilen	269	$2\frac{3}{4}$
Phosphorsäure		374	$3\frac{3}{4}$
Chlor		3073	$30\frac{3}{4}$

III. Die Gesammtproduction an schwemmbarem Unrath in Rostock.

Für die Bedeutung der Eingangs erörterten Frage, ob bei einer Neukanalisation der Stadt Rostock die Ableitung der Sielwässer in die Warnow oder etwa die Anlage von Rieselfeldern in's Auge gefasst werden muss, ist es nothwendig zu prüfen, in welchem Verhältnis der jetzt schon durch die Siele abgeführte Unrath zu der Gesammtproduction der Stadt an Schmutzstoffen, die überhaupt den Kanälen überantwortet werden können, steht, bezw. da es sich dann auch um eine Abschwemmung der Fäcalien handeln wird, wie gross die Menge der Fäcalien ist, welche jetzt schon den Sielen zugeführt wird und wie gross diejenige sein wird, die bei Einführung der Schwemmkanalisation in die Siele gelangen wird.

Der Unrath einer Stadt setzt sich zusammen aus den Schmutzwässern, welche die Haushaltungen und die öffentlichen Anstalten, sowie die gewerblichen Anlagen liefern, aus den Fäcalien, der Stalljauche, endlich aus den consistenteren Haus- und Strassenkehrichtmassen. Die letzteren, ebenso wie die Asche, werden ausnahmslos abgefahren, sie kommen daher für die Zwecke meiner Arbeit nicht in Betracht und unterlasse ich deshalb auch, auf ihre Mengenverhältnisse einzugehen. Was den Anfall von Stalljauche betrifft, so fehlen mir hierüber jegliche Angaben; voraussichtlich wird von derselben nur ein ganz kleiner Theil in die Siele gelangen, da die meisten Stallbesitzer die flüssigen und festen Stallabgänge sammeln und landwirthschaftlich ver-

werthen. Der abfliessende Theil ist in den von mir erhaltenen Werthen über die Unrathmengen, die durch das Kanalsystem abgeführt werden, bereits einbegriffen. Da auch die Schmutzwässer, die ja alle in die Siele geleitet werden, in meiner vorstehenden Berechnung ebenfalls enthalten sind, so bleibt für mich nur noch die Fäcalienmenge zu berücksichtigen, die in Rostock zum Theil mit Genehmigung der Stadtverwaltung, zum Theil ohne dieselbe in die Siele gelangt, zum Theil, wie allgemein angenommen wird, zum überwiegend grössten Theil, abgefahren wird.

Die Abfuhr der Fäcalien wurde bis zum Jahre 1879 in der Art ausgeführt, dass die Einwohner nachts die gefüllten Unratheimer auf die Strasse stellten, wo sie in der Weise abgeholt wurden, dass grosse Wägen in den Morgenstunden die Strassen entlang fuhren, in die die Abfuhrleute die Eimer entleerten, während die Reinigung derselben den Einwohnern überlassen blieb. Die gefüllten Wägen brachten den Unrath auf die der Stadt benachbarten Felder, die Strassen, die sie passirten, mit dem stets überlaufenden Inhalt besudelnd. Mit dem Wachsthum der Stadt wurden die Missstände, die sich aus dieser Art der Abfuhr ergaben, derart, dass der Rostocker Verein für öffentliche Gesundheitspflege vorschlug, für die Stadt das Kübelsystem, mit Abfuhr der Fäcalien in geschlossenen Eimern einzuführen. Die Vorschläge fanden zwar keine Annahme bei der Stadtverwaltung, jedoch wurde durch dieselben ein Privatunternehmen, das von der Stadt concessionirt wurde, in's Leben gerufen, nach welchem ein Theil der Fäcalien, namentlich aus den besseren Stadttheilen, in der vorgeschlagenen Weise abgeführt wurde. Eine kurze Schilderung dieser Abfuhreinrichtung entnehme ich der von Uffelmann herausgegebenen »Hygienischen Topographie der Stadt Rostock« (S. 126, 127).

Die Inhaber des Institutes besorgen gegen Entgelt die Beseitigung der menschlichen Fäcalien aus den Wohnungen, deren Inhaber sich ihm angeschlossen haben, und zwar bei Tage in hermetisch schliessbaren Kübeln und in fest verschliessbaren Wagen. Jene Kübel sind aus Eichenholz hergestellt, mit Oel

getränkt und aussen mit eisernen Bändern versehen. Der Verschluss erfolgt mit einem Deckel, der mit seinem Gummirand durch eine Scheibe fest an den oberen Umfang des Kübels sich anlegt, und wird in dem Augenblick vorgenommen, wo die Abholung vor sich gehen soll. So kann der Transport durch die Wohnung ohne üble Gerüche geschehen. Die Kübel werden in Wagen gebracht, der hinten, sowie von den Seiten zu öffnen und zu schliessen ist, und gelangen mit ihm zu dem vor dem Kröpeliner Thore zwischen dem Biestower Fahrweg und der Wismarschen Chaussee gelegenen Depôt. Dort entleert man den Inhalt, wenn er nicht sofort verwerthet werden kann, in ein gemauertes, cementirtes, aussen, d. h. um die Mauerung mit Thon belegtes, unter dem Niveau des Bodens eingerichtetes Reservoir. Die Kübel aber werden von besonders dazu angestellten Frauen gescheuert, gespült, darauf mit $^{3}/_{8}$ l $2^{1}/_{2}$ proc. Carbolsäure-Lösung versehen und erst dann wieder gegen gefüllte ausgewechselt.

Die Abfuhr der Kübel erfolgt je nach dem Wunsch der Wohnungsinhaber wöchentlich einmal oder zweimal zu folgenden Sätzen:

1	Kübel	1	Mal	wöchentlich	abgeholt	2,25	Mk.	pro	Quartal
1	»	2	»	»	»	4,00	»	»	»
2	»	1	»	»	»	4,00	»	»	»
2	»	2	»	»	»	7,00	»	»	»
3	»	1	»	»	»	5,50	»	»	»
3	»	2	»	»	»	10,00	»	»	»

Wer stets eigene Kübel zurück zu erhalten wünscht, hat doppelte Garnitur anzuschaffen, für gehörige Bezeichnung derselben zu sorgen und ausser dem notirten Preise bei ein Mal wöchentlicher Abholung 0,50 Mk., bei zwei Mal wöchentlicher Abholung 1,00 Mk. zu bezahlen.

Die Unternehmer begannen im Jahre 1880 mit der Abholung von wöchentlich 750 Kübeln. Seitdem ist die Zahl stetig gewachsen, nach einem Jahr auf 1050, nach zwei weiteren auf

1560, nach zwei weiteren Jahren auf 2000. Die Zahl der abzuholenden Kübel betrug seitdem pro Woche

1888 (August) ca.	3000
1893 (December)	4765
1894 »	5163
1895 »	5501
1896 October	5737.

Nebenbei besteht noch für einen grossen Theil der Stadt (57,07 %) das alte Abfuhrsystem mit seiner ganzen Misère fort. Die neuentstandenen Stadtviertel bedienen sich allerdings fast ausschliesslich des Kübelsystemes zur Abfuhr der Fäcalien. Nach den Zusammenstellungen des Polizeiamtes und nach Angaben des Inhabers des Kübelabfuhrunternehmens ist die Menge der abgefahrenen Fäcalien in Rostock in den Jahren 1892—96 folgende gewesen[1]):

Tabelle XXIII.

Jahr	Städtisches Abfuhrinstitut	Privat-Abfuhrinstitut	Zusammen
	cbm	cbm	cbm
1892	3949?	2360?	6309
1893	4325,9	2132	6457,9
1894	3988,8	2618	6606,8
1895	4045,7	2710	6755,7
1896	3940,6	2964	6904,6
Summe	20250	12794	33034,0

Nach dem Mittel aus drei Analysen, die über den Inhalt der Aborteimer in den Kübelabfuhrstädten Rostock und Kiel

1) Die Gesammtmenge der in den letzten fünf Jahren abgefahrenen Fäcalien und ebenso die Zahlen, welche angeben, wie viel davon durch das städtische resp. das Privatabfuhrinstitut entfernt wurde, stammen aus Angaben des Polizeiamtes, die jährliche Fäcalienbeseitigung durch das Privatabfuhrinstitut habe ich aus Angaben der Inhaber dieses Unternehmens, während ich den Rest der Zahlen nach Maassgabe der Bevölkerungszunahme berechnete. Durch Widersprüche in den Angaben beider Quellen ist die merkwürdig hohe Menge der im Jahre 1892 durch das Privatinstitut beseitigten Fäcalien bedingt.

gemacht wurden (König, Verunreinigung der Gewässer S. 203) ist die durchschnittliche Zusammensetzung der dort abgefahrenen Fäcalmassen folgende:

Wasser	Trockensubstanz	Stickstoff	Phosphorsäure
94,05%	5,95 %	0,479 %	0,216 %

Es enthielten daher die in Rostock im Jahre 1896 abgefahrenen Fäcalien in der Menge von 6904,6 cbm = 7595,06 t (bei einem spec. Gew. von 1,1):

Wasser	Trockensubstanz	Stickstoff	Phosphorsäure
7143154 kg	451906 kg	36380,34 kg	16405,33 kg

Addirt man diese Mengen zu den von mir aus dem Gehalt der Sielwässer (S. 231, 232) berechneten hinzu, so ergibt dies einen Anfall von schwemmbarem Unrath für die Stadt Rostock in der Höhe von

1. festen Stoffen insgesammt . 2054333,00 kg
2. Gesammtstickstoff . . . . . 135967,56 »
3. Phosphorsäure . . . . 53770,20 »

von welchen zur Abfuhr gelangen an

1. festen Stoffen insgesammt . . . . 22,00 %
2. Stickstoff . . . . 26,76 »
3. Phosphorsäure . . . . 30,51 »

während durch die Siele der Warnow zugehen an

1. festen Stoffen insgesammt . . . . 78,00 %
2. Stickstoff . . . . 73,24 »
3. Phosphorsäure . . . . 69,49 »

Durch die Siele werden demnach heute schon rund 75 % aller schwemmbaren festen Unrathstoffe der Warnow zugeführt.

Dass in Städten ohne Schwemmkanalisation der weitaus grösste Theil der schwemmbaren städtischen Schmutzstoffe durch die Siele entfernt wird, ist eine längst bekannte Thatsache. Man ist aber vielfach geneigt, diese grossen Mengen Unrathstoffe, welche die Siele passiren, für harmloser zu erklären als das das kleinere Quantum, welches abgefahren wird, weil letzteres

durch die menschlichen Entleerungen repräsentirt wird, die man hinsichtlich einer Flussverunreinigung für viel bedenklicher hält, bezw. schon vor der Kenntnis der Bedeutung der Mikroorganismen für die Entstehung und Verbreitung von infektiösen Krankheiten gehalten hat. Auch wird ja gerade die Abschwemmung der Fäcalien von landwirthschaftlichen Kreisen als die bedeutendste Vergeudung der städtischen Abfallstoffe bezeichnet. Nun hat sich aber gezeigt, dass fast überall, wo neben einem Sielsystem eine besondere Fäcalienabfuhr besteht, der grössere Theil der Fäcalien in die Siele gelangt, hauptsächlich, weil alle Abfuhrsysteme grosse Mängel besitzen, die Fäcalienbeseitigung relativ kostspielig gestalten und der Reinlichkeitssinn der städtischen Bevölkerung auch bereits so weit gediehen ist, dass ein Bedürfnis besteht, die menschlichen Abgänge möglichst rasch und geruchlos, also durch die Wasserspülung der Waterclosets, zu entfernen.

Speciell für Rostock darf man annehmen, dass dieselben Gründe dazu führen, dass viele Bewohner ihre Fäcalien, sicher aber den grössten Theil des Harns in die Ausgüsse der Hausleitungen entleeren, zumal bei den wenig zahlreichen und meist noch dazu unbequem und entfernt gelegenen Abortanlagen (in Keller, Speicher, Hof) auch tagsüber die Nachtgeschirre benützt zu werden pflegen. Die verhältnismässig zahlreichen Pissoirs leiten den Urin selbstverständlich direct in das Kanalsystem. Dazu kommt noch, dass das Spülen der Aborteimer bei dem städtischen Abfuhrinstitut den Hauseinwohnern überlassen bleibt und nach Angabe des Hafenbauamtes vielfach die üble Angewohnheit besteht nach Oeffnung der Verschlüsse der Sinkkasten da hinein direct allerlei Unrathstoffe, vermuthlich so auch Fäcalien zu entleeren, so dass schon öfters dadurch Verstopfungen der Hausleitungen bewirkt wurden. Unter den jetzt in den Sielen ablaufenden Unrathstoffen ist also sicher ein grosser Theil der Fäcalien enthalten.

Ich will daher noch kurz untersuchen, wie gross die auf diesem Wege abgeführte Fäcalienmenge ist. Zu dieser Untersuchung kann ich mich zweierlei Wege bedienen, einmal, indem

ich berechne, wie gross die Fäcalienproduction der gegenwärtigen Einwohnerschaft Rostocks ist und in welchem Verhältnis zu dieser die gegenwärtig abgeführte Fäcalienmenge steht.

Nach Angabe von Röder-Eichhorn (G. Varrentrapp, Entwässerung der Städte etc. S. 15, Berlin 1868) beträgt die Entleerung für eine Person und einen Tag bei

	Harn	Koth
Männnern	1500 g	150 g
Frauen	1350 »	45 »
Knaben	570 »	110 »
Mädchen	450 »	25 »

für ein Jahr somit bei

Mänern	547,50 kg	54,750 kg
Frauen	492,75 »	16,425 »
Knaben	208,05 »	40,150 »
Mädchen	164,25 »	9,125 »

Die Angabe derselben Autoren über die durchschnittliche Zusammensetzung einer Stadtbevölkerung von 100 000 Einwohnern ist für die jetzige Zeit nicht mehr giltig, wie die daneben angeführten Beispiele von München (Zählung 1890) und Rostock (Zählung 1895) beweisen.

Tabelle XXIV.

	Durchschnittliche Zusammensetzung der Bevölkerung	München	Rostock[1]
Männer	37 610	36 474 (— 1136)[2]	34 529 (— 3081)[2]
Frauen	34 630	38 865 (+ 4235)	39 203 (+ 4573)
Knaben	14 060	12 198 (— 1862)	13 175 (— 885)
Mädchen	13 700	12 463 (— 1237)	13 093 (— 607)
Männliche Personen	51 670	48 672 (— 2998)	47 704 (— 3966)
Weibliche Personen	48 330	51 328 (+ 2998)	52 296 (+ 3966)

1) Rostock hatte nach der Zählung vom 2. XII. 95:

Männer	17 234
Frauen	19 567
Knaben	6 576
Mädchen	6 535
Zusammen	49 912 Einwohner

2) Die eingeklammerten Zahlen geben an, um wie viel sich die Münchener und Rostocker Zahlen von den Röder-Eichhorn'schen Normalzahlen unterscheiden.

Unter Benutzung dieser oben angeführten Zahlen über die jährliche Koth- und Harnmenge für Männer, Frauen, Knaben und Mädchen erhält man als jährlichen Anfall von Harn und Koth für 100000 Einwohner nach dem Zahlenverhältnis von

Tabelle XXV.

1. Röder und Eichhorn.

	Personenzahl	Koth kg	Harn kg
Männer	37 610	2 059 147,50	20 591 475,0
Frauen	34 630	568 797,75	17 063 932,5
Knaben	14 060	564 509,00	2 925 183,0
Mädchen	13 700	125 012,50	2 250 225,0
Gesammtmenge	100 000	3 317 456,50	42 830 815,5
	per Einwohner	33,2	428,3

2. München.

	Personenzahl	Koth kg	Harn kg
Männer	36 473	1 996 896,750	19 968 967,50
Frauen	38 865	638 357,625	19 150 728,75
Knaben	12 198	489 749,700	2 537 793,90
Mädchen	12 463	113 724,875	2 047 047,75
Gesammtmenge	100 000	3 238 728,950	43 704 537,90
	per Einwohner	32,4	437,0

3. Rostock.

	Personenzahl	Koth kg	Harn kg
Männer	34 529	1 890 462,750	18 904 627,50
Frauen	39 203	643 909,275	19 317 278,25
Knaben	13 175	528 976,250	2 777 558,75
Mädchen	13 093	119 473,625	2 150 525,25
Gesammtmenge	100 000	3 182 821,900	43 149 989,75
	per Einwohner	31,8	431,5

Es kommt somit im Laufe eines Jahres pro Kopf der Bevölkerung an

	Koth	Harn
nach Röder und Eichhorn	33,2 kg	428,3 kg
in München	32,4 »	437,0 »
in Rostock	31,8 »	431,5 »

Bei der nun folgenden Berechnung der Fäcalmassen, die in Rostock bei der jetzigen Einwohnerzahl thatsächlich producirt werden, lege ich die soeben von mir für Rostock pro Kopf und Jahr gefundenen Werthe für Koth- und Harn-Production zu Grunde und nicht wie Pettenkofer in seiner Schrift »Verunreinigung der Isar durch das Schwemmsystem von München«, Hygienische Tagesfragen, München 1890 S. 5 u. 6 gethan hat, die Zahlen für die Ausscheidungen eines erwachsenen Mannes (48 kg Koth und 457,7 kg Harn), damit die Gesammtmenge der Fäcalien, die im Laufe eines Jahres in Rostock entleert werden, nicht überschätzt werde und dadurch der Procentgehalt der abgefahrenen Fäcalmassen sich noch ungünstiger gestalte. In Rostock betrugen die Gesammtentleerungen pro Jahr:

Tabelle XXVI.

	bei Einwohnern	an Koth	an Harn	insgesammt
		kg	kg	kg
1895	49 912	1 588 607,75	21 518 764,8	23 107 372,5
1896	51 008	1 623 265,45	21 991 769,0	23 615 034,4

Rechnet man diese Werthe auf Cubikmeter um, wobei man das spec. Gew. des Kothes zu 1,1 und das des Harns zu 1,015 annehmen kann, so erhält man

Tabelle XXVII.

	Koth	Harn	insgesammt
	cbm	cbm	cbm
1895	1 444,19	21 200,75	22 644,94
1896	1 475,70	21 666,77	23 142,47

Da von diesen Fäcalmengen in den Jahren 1895/96 nur 6755,7 und 6904,6 cbm abgefahren wurden, ergibt sich, dass nur 29,83 % der gesammten menschlichen Entleerungen abgefahren werden, während der Rest, soweit er nicht auf Düngerhaufen oder in den Boden gelangt, jetzt schon durch die Kanäle der Warnow zugeführt werden muss. Nimmt man dagegen an, dass die Kothmassen vollständig abgefahren werden, und nur Harn in die Siele gelangt, so gestaltet sich das Resultat folgendermaassen[1]):

Tabelle XXVIII.

	Gesammtharn	Abgefahrener Harn
	cbm	cbm
1895	21 200,75	5311,51
1896	21 666,77	5428,91

oder nur 25,01 % des Harns werden abgefahren.

Die Menge der Fäcalien, die durch die Siele weggeführt wird, lässt sich aber auch wenigstens annähernd so bestimmen, dass ich aus dem in den Sielwässern gelösten Stickstoff, der ja sicher zum grössten Theil durch die Anwesenheit von Harnstoff bezw. dessen Zersetzungsproduct Ammoniak im Kanalwasser bedingt ist, berechnen, welche Harnmengen im Sielwasser enthalten sind, oder mit Zuhilfenahme der Phosphorsäure, deren Hauptquelle ebenfalls der Harn ist, die zum Theil aber auch den Fäces entstammt, wie viel gemischte Fäcalien den Sielwässern beigemengt sind.

Ich nehme nun an, es stammt aller durch das Sielwasser im Laufe eines Jahres in gelöster Form abgeführter Stickstoff in der Gesammtmenge von 72733,8 kg aus dem Harn, so entspricht diese Stickstoffmenge 155847 kg Harnstoff. Die durch-

1) Lege ich die Pettenkofer'schen Zahlen bei meinen Berechnungen zu Grunde, so erhalte ich folgende Resultate für 1896:

Harn	23 346 361,6 kg	=	23 696,557 cbm
Koth	2 448 384,0 »	=	2 693,222 »
	Gesammtfäces kg	=	26 389,779 cbm.

Davon wurden 6904,6 cbm abgefahren oder nur 26,16 %, so dass bei dieser Rechnungsart für die Menge der abgefahrenen Fäcalien noch 3,67 % weniger herauskommen.

schnittliche Harnmenge beträgt hier in Rostock pro Kopf und Jahr, wie ich schon vorher berechnet habe, 431,5 kg, die bei 2,33 % Harnstoff im Harn (nach Vogel, Vierordt, Daten und Tabellen S. 163) einer jährlichen Harnstoffproduction von rund 10 kg pro Kopf entsprechen, so dass also mindestens 15585 Personen oder 30,56 % der Bevölkerung ihren gesammten Harn in die Siele gelassen haben müssen. Da nun aber nach König 1/6 des Harns bei der Defäcation gelassen wird, also in die Abfuhrtonnen gelangt und daher aus der Stadt gefahren wird, müssen noch 16,66 % mehr Personen an der von mir im Sielwasser gefundenen Harnstoffmenge betheiligt sein und zwar rund 18180 Menschen, was bei einer Bevölkerung von 51000 Seelen 35,65 % des Harns, der nicht bei der Defäcation gelassen wird, entsprechen würde. Da ich aber ferner nachgewiesen habe, dass hier in Rostock, selbst wenn aller Koth abgefahren wird, auch noch 25 % des Harns in den Kübeln entfernt wird, müssen die von mir gefundenen 155847 kg Harnstoff, dem nicht abgefahrenen Harn von 19481 Menschen oder 38,2 % des nicht abgefahrenen Harns entsprechen, das Schlussresultat ist folgendes:

1. Abgefahrener Harn	25,00 %	des Gesammtharns
2. Im Kanalsystem gefunden	30,56 »	
Summa	55,56 »	

des gesammten Harns ist in seinem Verbleibe aufgeklärt, während 44,44 % verloren zu gehen scheinen.

In den 431,5 kg Harn, die in Rostock pro Kopf und Jahr ausgeschieden werden, sind bei einem Phosphorsäuregehalt von 0,23 % (nach Vogel, Vierordt, Daten und Tabellen S. 163) rund 1,0 kg Phosphorsäure enthalten, so dass an der Gesammtproduction der 37364,88 kg Phosphorsäure, die nach meiner Rechnung alljährlich durch die Siele abgeführt werden, rund 37365 Personen oder 73,26 % der Rostocker Bevölkerung betheiligt sein müssen. Nun ist aber die Phosphorsäure im unfiltrirten Sielwasser bestimmt worden, wir haben also auch den Phosphorsäuregehalt der suspendirten Bestandtheile mitgerechnet und dadurch die gelöste Phosphorsäure zu hoch angenommen. Ausserdem ist das Verhältnis von Stickstoff zur Phosphorsäure

im Harn wie 10:1, während die Sielwässer das Verhältnis von 5—2:1 zeigen, so dass der Harn nicht die einzige Ursache für den Phosphorsäuregehalt des Sielwassers sein kann. Ausser den ziemlich stickstoff- und phosphorsäurereichen Küchen- und Hausabfällen kommen wahrscheinlich auch Kothmassen in die Abwässer und damit wird auch das Verhältnis der Stickstoff- und Phosphorsäuremengen im Kanalwasser ein anderes, indem bei der Gesammtmenge aller menschlichen Ausscheidungen sich Stickstoff zum Phosphorsäuregehalt wie 4:1 verhält.

Ich will nun annehmen, dass die von mir im Sielwasser Rostocks gefundene Phosphorsäure doch den Fäcalien entstammt, so entsprechen, da der Erwachsene nach König durchschnittlich pro Tag 4 g Phosphorsäure ausscheidet, die im Jahr durch das Sielwasser abgeführten Phosphorsäuremengen im Gesammtbetrage von 37364,87 kg den Ausscheidungen von 25600 Erwachsenen oder, da die Einwohnerschaft von Rostock (51008 E.) unter der Annahme, dass 2 Kinder in der Phosphorsäureausscheidung einem Erwachsenen gleichgestellt werden können und da ⅓ der Bevölkerung Kinder sind, = 43500 Erwachsenen gerechnet werden kann, von rund 60% der Bevölkerung.

Mag nun auch der einen oder anderen Berechnung ein Fehler anhängen, so viel ist jedenfalls aus obigen Erwägungen ersichtlich, dass ein ganz bedeutender Theil der in Rostock producirten menschlichen Entleerungen heute schon in die Siele und damit in die Warnow gelangt.

IV. Schlussbemerkungen.

Mit den soeben vorgetragenen Resultaten meiner Untersuchungen ist die Aufgabe, die ich mir gestellt habe, im wesentlichen erledigt. Es wird die Aufgabe einer anderen Untersuchungsreihe sein, festzustellen, wie gross im einzelnen der Einfluss der jetzt durch die Sielwässer in die Warnow eingeführten Unrathmengen auf dieselbe ist, ob eine Verunreinigung des Flusswassers in grösserem Umfange zu Stande kommt. Erscheinungen von geringer, localer Verunreinigung, die ich auf S. 7 u. 8 bereits angeführt habe, sind nur dicht an der Ausmündung der

Siele nachzuweisen und verschwinden bei einfacher Beobachtung unterhalb der Stadt Rostock scheinbar wieder völlig. Eine andere Frage ist die, ob bei Abschwemmung des ganzen Unrathes, also auch derjenigen Fäcalmengen, welche bisher abgefahren werden, die localen Verunreinigungen nicht bis zur Unerträglichkeit anwachsen werden und nicht auch eine allgemeine Verunreinigung der Warnow Platz greifen kann. Ich will hier nur kurz noch die Möglichkeit bezw. Wahrscheinlichkeit einer solchen Flussverunreinigung erörtern.

Die Unterwarnow, an der die Stadt Rostock liegt, umfasst ein Gesammtareal von 1066 ha, von denen 6 ha auf das Hafengebiet, 460 ha auf die Unterwarnow im engeren Sinne und 600 ha auf den Breitling, eine haffähnliche Erweiterung an der Flussmündung, entfallen. Nach Erhebungen des Hafenbauamtes enthält das Gesammtbett der Unterwarnow so viel Wasser, als ob eine durchschnittliche Wassertiefe von 1,70 m vorhanden sei, was 18122000 cbm Wasser entsprechen würde. Ohne den äusserst flachen Breitling beträgt die mittlere Wassertiefe der Warnow unterhalb Rostocks 2 m und die Wassermenge 9320000 cbm, der Breitling hat eine Durchschnittstiefe von 1,47 m und eine Wassermasse von 8802000 cbm. In dieses Becken ergiesst sich durch Schleusen und über Wehre hinweg die sog. Oberwarnow, die den zu Schiffahrts- und industriellen Zwecken aufgestauten Oberlauf der Warnow darstellt, und selbst bei niedrigstem Wasserstande immer noch 5 cbm in der Secunde abführt, also im Laufe von 24 Stunden 432000 cbm. Bei höheren Wasserständen konnte die Wasserförderung der Oberwarnow nicht festgestellt werden, da dann die Warnowniederungen überschwemmt werden und der Querschnitt des so veränderten Flussbettes nicht festzustellen ist. Wäre das Unterwarnowbecken leer, so würde die Oberwarnow bei niedrigstem Wasserstande dasselbe in ca. 42 Tagen wieder zu füllen vermögen. Doch münden auch noch die Radel, verschiedene andere Bäche und Grundwasserströme in die Unterwarnow, so dass eine Ausfüllung des Beckens wahrscheinlich schon etwas rascher erfolgen würde. Ueber die Strömungsgeschwindigkeit der Unterwarnow sind Daten

leider nicht vorhanden, da die Messungen wegen der regen Schiffahrt nachts hätten stattfinden müssen und die dazu errforderlichen Kosten noch nicht bewilligt wurden. — Wenn kein Wind vorhanden ist, ist die positive Strömung in der Unterwarnow eine ganz minimale, da bei Rostock der Normalwasserstand 0,128 und bei Warnemünde derselbe 0,146 unter N. N. liegt, so dass wir auf der ganzen Strecke nur ein Gefälle von 18 cm haben, wodurch bei einer Lauflänge von 12 km auf den Kilometer nur 1½ cm Gefälle kommen. Der Wind ist die eigentliche Strömungsursache in der Unterwarnow, und je nach der Windrichtung hat der Fluss eine positive oder negative (rückläufige) Strömung. Ebenso sinkt und steigt mit der Windrichtung der Ostseespiegel, in ersterem Falle läuft dann der Strom schnell aus, im anderen wird das Wasser gestaut und häufig so weit zurück gedrängt, dass bis weit oberhalb Warnemünde das Wasser noch brackig ist.

An Sturmtagen steigert sich die Stromgeschwindigkeit ganz bedeutend. Bei Weststurmtagen (52,25 % pro Jahr) tritt bei 75 % ein rapides Ein- und Auslaufen schon 24 Stunden vorher ein, auch bei den meisten Oststurmtagen (10,12 %) treten Wasserstandsschwankungen ein, so dass auch dadurch eine Ausspülung des Unterwarnowbeckens stattfindet. An 60 Tagen im Jahr treten Wassererhebungen mit 50 cm über normal ein und an 70 Tagen Senkungen um ebensoviel unter den Normalwasserwasserstand. Treten Wassererhebungen über 1 m ein, so fliessen ungeheure Wassermassen binnen kurzem ein und aus. Fluthen von 1 m über normal, namentlich auf Ebben von 0,30 m und auf solche zurücklaufend, steigen um 4 cm pro Stunde und fallen um 5 cm. Bei Warnemünde beträgt dann im engsten Molenprofil von 250 qm die Stromgeschwindigkeit 0,57 m pro Sekunde bei 514000 cbm stündlichem Fluthwasser und 0,71 m bei 642000 cbm stündlichem Ebbewasser. Es würden dabei in 12 Stunden 6168000 cbm hinein und 7704000 cbm Wasser ausströmen, das ½—⅖ fache der mittleren Wassermenge im Unterwarnowbecken. In einer Stunde fliesst dabei mehr Wasser aus, als die Oberwarnow in 24 Stunden einlaufen lässt.

Die Wassermengen der Unterwarnow sind hiernach für die Einführung selbst sehr grosser Unrathmengen ausserordentlich günstige. Diese erfahren in der Warnow eine ganz enorme Verdünnung, wie aus einer kleinen Berechnung sofort ersichtlich wird.

Der Oberwarnow werden, hoch gerechnet, jeden Tag 6000 cbm zwecks Wasserversorgung von Rostock entnommen. Es sind dies selbst bei niedrigstem Wasserstande des Flusses nicht mehr wie 1,38 % der Gesammtwassermasse, welche die Oberwarnow in 24 Stunden führt. Nimmt man an, dass all dieses der Oberwarnow entnommene Wasser in Form von Sielwasser der Unterwarnow wieder zuströmt, so erfährt es daselbst — selbst bei geringstem Wasserstande — immer noch eine 72fache Verdünnung. Würde sich Siel- und Flusswasser gleichmässig mischen, so müsste laut Rechnung das so erhaltene Gemenge folgende Zusammensetzung bekommen:

Tabelle XXIX.

Im Liter		Ober-warnow	Unter-warnow	Zunahme
		g	g	g
Feste Theile	insgesammt	0,291	0,30120	0,01020
	gelöste	0,291	0,29810	0,00710
	suspendirt	—	0,00310	0,00310
Stickstoff	insgesammt	—	0,00063	0,00063
	gelöster	—	0,00046	0,00046
	in den suspendirten Theilen	—	0,00017	0,00017
Phosphorsäure		—	0,00024	0,00024
Chlor		0,035	0,03695	0,00195

Diese Zahlen beweisen, dass bis jetzt eine irgendwie nennenswerthe Verunreinigung des Gesammt-Warnowwassers nicht stattfindet und selbst, wenn die bisher noch abgefahrenen Fäcalienmengen der Warnow überantwortet würden, wie das mit der Einführung des Schwemmsystems geschehen würde, eine bemerkenswerthe allgemeine Verunreinigung der Warnow unmöglich ist, wie sich aus der Berechnung der Concentrationsverhältnisse des Warnowwassers bei Addition der dann noch hinzukommenden Unrathmengen ergiebt.

Tabelle XXX.

Wahrscheinliche Concentration des Unter-Warnow-Wassers bei Einleitung sämmtlicher Fäcalien.

	Im Liter	Ober-Warnow	Unter-Warnow	Zunahme
		g	g	g
1.	Gesammte feste Theile .	0,291	0,30406	0,01306
2.	Gesammtstickstoff . . .	—	0,00086	0,00086
3.	Phosphorsäure	—	0,00034	0,00034

Eine Schädigung des Fischbestandes ist bei diesen Concentrationsverhältnissen des Unter-Warnowwassers völlig ausgeschlossen, eine Schädigung der flussabwärts gelegenen Ortschaften hinsichtlich des freien Wasserbezuges ebenfalls, ganz abgesehen davon, dass das Wasser der Unter-Warnow fast immer stark salzhaltig ist und bei Sturmfluthen grosse Mengen Seewasser beigemengt enthält. Ich führe als Beleg einige Analysen aus Uffelmann's hygienischer Topographie der Stadt Rostock, Seite 66—80, an.

Tabelle XXXI.

Chlorgehalt der Ober- und Unter-Warnow im Liter.

Ordn.-Nr.	Datum	Jahr	Ober-warnow [1])	Unter-warnow [1])	Zunahme
			g	g	g
1.	4. Dezember . . .	1886	0,0355	1,0400	1,0045
2.	15. Januar	1887	0,0355	0,5396	0,5041
3.	12. Februar	1887	0,0355	0,9818	0,9463
4.	12. März	1887	0,0355	1,2630	1,2275
5.	13. April	1887	0,0355	1,1644	1,1289
6.	7. Mai	1887	0,0355	0,6816	0,6461
7.	4. Juni	1887	0,0355	0,6497	0,6142
8	2. Juli	1887	0,0355	1,1822	1,1467
9	30. Juli	1887	0,0355	0,9585	0,9230
10.	27. August	1887	0,0355	1,9880	1,9525
11.	24. September . . .	1887	0,0355	1,7395	1,7040
12.	22. October	1887	0,0391	0,6745	0,6354
13.	3. März	1888	—	0,2485 (Trockenrückstand 0,731)	

1) Schöpfstellen: 1. Ober-Warnow, Strommitte bei der Rostock-Stralsunder Eisenbahnbrücke. 2. Unter-Warnow, Strommitte vis-à-vis dem Logierhaus.

Wie vorstehende Tabelle zeigt, bleibt der Chlorgehalt des Ober-Warnowwassers das ganze Jahr hindurch constant, während die Chlormenge im Wasser der Unter-Warnow stetig mit Windrichtung und Wasserstand wechselt und zwar von 0,25 bis 2,0 g im Liter.

Eine Gefahr für die Wasserversorgung Rostocks aus der Ober-Warnow wird selbst bei starker Verunreinigung der Unter-Warnow kaum jemals erwachsen, da der Wasserspiegel des Oberlaufes infolge des Aufstaus bedeutend höher liegt. Pettenkofer hat als die unterste Grenze für die Zulässigkeit der Ableitung städtischer Sielwasser in Flussläufe eine 15fache Verdünnung desselben verlangt, ausserdem aber gefordert, dass die Geschwindigkeit des Flusswassers nicht kleiner sein darf als die Strömungsgeschwindigkeit der Abwässer in den Kanälen, wenn nicht starke Sedimentirung der im Sielwasser mechanisch mitgeführten Schmutzstoffe eintreten soll. Dem ersteren Verlangen genügen die Verhältnisse in Rostock vollständig, anders liegt die Sache hinsichtlich der Gefahr der Sedimentirung, da die Warnow eine viel zu geringe Strömungsgeschwindigkeit besitzt. Es müssen sich daher an der Ausmündungsstelle der Siele starke Schlammablagerungen bilden und haben sich auch schon an den Mündungen einzelner Siele gebildet. Bei Vermehrung der suspendirten Schmutzstoffe im Sielwasser werden die Schlammablagerungen entschieden noch wachsen, so dass man befürchten muss, dass innerhalb einer gewissen Zeit Zustände eintreten werden, wie man sie in der Themse und Seine beobachtet hat. Diese Zustände würden unerträglich werden, da die Ausmündungen der Siele im Hafengebiet liegen. Es müsste also bei Einführung des Schwemmsystems die Sielausmündung unterhalb der Stadt und ausser dem Hafenbereiche erfolgen. Wie gross aber auch dann die Schlammablagerung werden kann, zeigt folgende Berechnung. Heutzutage gelangen bereits jährlich rund 500000 kg suspendirter Stoffe durch die Siele in die Warnow. Auf 1 ha Flussboden an der Ausmündungsstelle des Siels ausgebreitet gedacht, würde diese Menge (bei Vernachlässigung des spez. Gew.) eine Bodenerhöhung von 5 cm jährlich oder in 20 Jahren

1 m ausmachen. Natürlich würde die Schichthöhe in der nächsten Nähe des Siels am höchsten sein und in dem Maasse, als das verschlammbare Terrain sich der Strommitte nähert, niedriger werden. Es würden also durch diese Verunreinigung wesentlich die Ufer betroffen werden, ein Uebelstand, der durch Verlängerung des Ausmündungssieles nach der Flussmitte zu verhütet werden könnte, wobei aber Schlammablagerungen gerade in der Fahrrinne auftreten und Baggerungen nothwendig machen würden. Solche Baggerungen müssen aber jetzt schon fortwährend ausgeführt werden, da die Ober-Warnow erhebliche Schlammmassen in die Unter-Warnow wälzt, deren Mengen gegenüber den durch die Kanalisation geschaffene so gross sind, dass die letzteren gar nicht in Betracht kommen.

Ohne weiter gehende Untersuchung lässt sich auch nicht annähernd etwas darüber aussagen, in welcher Ausdehnung und Intensität das Flussbett durch die Schlammablagerungen der zukünftigen Kanalisation verunreinigt werden wird, auch darüber nicht, ob aus der Zersetzung dieser Schlammablagerungen starke locale Verunreinigungen resultiren müssen, denn man muss bei der Warnow mit einem für die Selbstreinigung des Flusses sicherlich ganz ausserordentlich günstigen Factor rechnen, der bei anderen Flüssen völlig fehlt, das ist die ungeheure Vegetation im Flussbette, die in der Warnow so gross ist, dass man dasselbe ohne Uebertreibung eine untergetauchte Wiese nennen kann. Durch diese Vegetation werden die Sinkstoffe sicherlich ganz anders zersetzt, als die Zersetzung bei vegetationslosen Flüssen bloss durch niedere Organismen verläuft. Selbstverständlich müssten die vorgenannten, dem Zustandekommen einer Flussverunreinigung förderlichen und hinderlichen Momente durch eingehende Untersuchungen der Beurtheilung zugänglich gemacht werden. Erst dann könnte die Frage, in welcher Weise schliesslich die Abwasser der Stadt Rostock versorgt werden sollen, definitiv entschieden werden.

Hygienische Studien über Kupfer.

V. Neue kritische Versuche über quantitative Kupferbestimmung beim Vorhandensein geringer Mengen.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

In meinen früheren Arbeiten habe ich zweimal (A. f. H. XXIV, S. 26 und XXVII S. 6) ausgesprochen, dass mir gewisse enorm hohe Zahlen, die Vedrödi über den Kupfergehalt ungarischer, auf Kupferboden gewachsener Vegetabilien macht, unrichtig erscheinen. Ich konnte Zahlen wie 1,6 Gramm Kupfer in ein Kilo Weizen, 6,9 Gramm Kupfer in ein Kilo Buchweizen schon von vornherein nicht für richtig halten, noch weniger aber, nachdem mir Untersuchungen der Gewächse auf einem Kupferbruch mit 3,5 g Kupfer im Kilo Boden als allerhöchste Zahl 560 mg Kupfer pro Kilo vegetabilische Trockensubstanz ergeben hatte. Auch in zwei Proben von Weizen und Buchweizen aus Vedrödi's Hand hatte ich nur die üblichen kleinen Mengen von einigen Milligramm pro Kilo gefunden.

Vedrödi hat nun in zwei Artikeln[1]) meine Einwände zu entkräften versucht, neue Analysen beigebracht und wahrschein-

1) Das Kupfer als Bestandtheil unserer Vegetabilien. Chemiker-Zeitung, 1896, Nr. 40.

Ueber die Methode der quantitativen Bestimmung des Kupfers in den Vegetabilien. Chemiker-Zeitung, 1896, Nr. 59.

lich zu machen gesucht, dass meine Methode mindestens einen Versuchsfehler nicht genügend berücksichtigt habe. Obwohl ich nicht in den mir von Vedrödi zugeschriebenen Fehler verfallen bin, erzeugten Vedrödi's Arbeiten doch in mir den Wunsch, meine Methodik nochmals durchzuprüfen, seine Vorschläge auf ihren Werth zu untersuchen und mich selbst abermals davon zu überzeugen, ob das viele mühsam gesammelte Analysenmaterial, das ich theils publicirt habe, theils zur Publikation vorbereite mit Fehlern behaftet ist oder nicht. Ich hielt mich dazu für verpflichtet, da ich mir die Aufgabe gestellt, die ganze Kupferfrage soweit sie sich auf hygienische Dinge bezieht, womöglich so weit zu fördern, als dies heute angeht.

Vedrödi gibt zu, dass mein Veraschen unter Schwefelsäurezusatz, wie ich dies. Arch. f. Hyg. XXIV, S. 3 ausführlich beschrieben habe, eine zulässige Methode sei, zieht aber den Muffelofen vor. Mir stand bisher kein Muffelofen zur Verfügung, ich erhielt jetzt auch mit dem Muffelofen brauchbare vegetabilische Aschen, kann aber, da oft 10 und mehr Verbrennungen gleichzeitig zu machen sind, meine Methode nicht entbehren. Ich habe übrigens neuerdings beim Einäschern der Vegetabilien die Schwefelsäurebefeuchtung auch weggelassen, da meine Versuche A. f. H. XXVII, S. 12 und 13 keinen wesentlichen Einfluss des Schwefelsäurezusatzes ergeben hatten. Aus Vedrödi's Arbeit gewinne ich übrigens den Eindruck, als ob er sich meine Zerstörung der organischen Substanz etwa vorstellt wie bei der Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmung.

Ueber einen zweiten wichtigen Punkt meines Arbeitens ist Vedrödi offenbar durchaus falsch unterrichtet. Vedrödi beweist Ch.-Z. 1896 Nr. 59, dass, wenn man die — irgendwie mineralisirte — Substanz mit Schwefelwasserstoff behandelt, man durch Glühen des Niederschlags die gleichen Mengen Kupferoxyd erhält, man mag vor der Schwefelwasserstoffeinleitung die lösliche Kieselsäure abgeschieden haben oder nicht. Es enthält also nach Vedrödi der Schwefelwasserstoffniederschlag entweder keine oder verschwindend kleine Mengen von Kieselsäure.

Nun sollen aber meine colorimetrischen Bestimmungen falsch sein, weil auf Ammoniakzusatz zu den mineralisirten eingeengten Proben ein gelblichweisser Niederschlag von Eisen und Kieselsäure entsteht, der das Kupfer binde und die blaue Farbe theils nicht zur Entwicklung kommen lasse, theils nach dem Entstehen wieder zerstöre. Ich frage nun, wie kommt Vedrödi zu der Vorstellung, dass ich meine colorimetrischen Bestimmungen mache, ohne vorher durch Schwefelwasserstoff das Kupfer von Eisen und Kieselsäure getrennt zu haben. Ueberall in der Arbeit, wo ich von der Methode spreche, ist gesagt, dass zur Isolirung des Kupfers ein langes Einleiten von Schwefelwasserstoff in schwach saurer Lösung angewandt worden sei, ja dass die Schwefelwasserstofffällung einigemale wiederholt wurde, wenn wir das Product der ersten Fällung noch nicht rein genug fanden. (A. f. H. XXIV, S. 5 und XXVII, S. 3).

Dass beim Unterlassen von Schwefelwasserstofffällung in der That durch directen Ammoniakzusatz zu salpetersauren Aschelösungen Fällungen entstehen, die Kupfer einschliessen, beobachtete ich selbst bei den Untersuchungen über den Kupfergehalt von Pflanzen auf kupferreichem Boden, als ich einmal zur raschen Orientirung einem Ascheauszug Ammoniak zusetzte: Es entstand neben einer blauen Lösung ein bläulichweisser gallertiger Niederschlag, aus dem sich das Kupfer nur schwierig und unvollständig mit Ammoniak ausziehen liess.

Um über die Natur dieses Niederschlages in's Klare zu kommen, stellte ich folgende Versuche an:

1. Es wurde als Ausgangsflüssigkeit eine schwach mit Salpetersäure angesäuerte Lösung von kieselsaurem Natron genommen. Auf Zusatz von Ammoniak blieb sie klar, dagegen lieferte sie einen reichlichen gallertigen Niederschlag, sowie daneben noch etwas Chlorcalcium vorhanden war. Ich schliesse daraus, dass der Niederschlag aus kieselsaurem Kalk besteht und nicht aus Kieselsäure, wie Vedrödi meint.

2. Kupfersulfatlösungen werden zwar durch Natriumphosphat und Natriumsilicat gefällt, aber die Niederschläge sind in Ammoniak vollkommen löslich. Quantitative Versuche über-

zeugten mich, dass durch die Anwesenheit von Natriumphosphat und Silicat das Resultat der colorimetrischen Bestimmung mit Ammoniak nicht beeinflusst wird.

3. Sowie aber gleichzeitig Kieselsäure, Kalk und Kupfer vorhanden ist, entsteht ein Niederschlag wie sub 1 aber bei grösseren Kupfermengen von bläulicher Farbe. Das Kupfer ist daraus meist nur unvollkommen, ja manchmal fast gar nicht mit Ammoniak auszuziehen. Ich halte indessen diesen Niederschlag weniger für eine Doppelverbindung von kieselsaurem Kalk und Kupfer als für kieselsauren Kalk, der mechanisch etwas Kupfer einschliesst.

Folgende Versuche zeigen nun, wie leicht sich die Schwierigkeit, die durch diese Niederschläge gesetzt wird, umgehen lässt.

Es wurden je 10 ccm einer 5-proc. Natriumsilicatlösung mit

0,1 0,5 5,0 mg Cu

als Kupfersulfat versetzt, in Probe III entstand dadurch eine grünlichbläulichweisse Färbung. Als nun Ammoniak zu den 3 Gläschen gesetzt wurde, blieb der Inhalt in allen 3 klar, Probe 3 zeigte genau die gleiche Farbe wie eine silicatfreie Kupferprobe auf Ammoniakzusatz. — Nun gab ich zu jeder Probe 5 ccm einer Kalklösung (2 g $CaCO_3$ in 100 ccm salzsäurehaltigem Wasser gelöst), wodurch dicke Niederschläge auftraten. Es wurden die entstandenen Niederschläge abfiltrirt (Filtrat I) und das Kupfer in den Filtraten colorimetrisch bestimmt, hierauf die Niederschläge allein in Säure gelöst, die Ammoniakfällung wiederholt (Filtrat II) und das Verfahren ein drittes Mal wiederholt.

Das Ergebnis war:

	Angewendet	0,1 mg	0,5 mg	5,0 mg
	Gefunden total colorimetrisch	0,1 »	0,51 »	5,13 »
und zwar in	Filtrat I	0,06 »	0,25 »	5,0 »
	Filtrat II	0,04 »	0,25 »	0,1 »
	Filtrat III	0,0 »	0,01 »	0,03 »

Das heisst, selbst bei sehr reichlicher Kieselsäure und Kalkanwesenheit ist das Kupfer leicht vollständig zu gewinnen und auf colorimetrischem Wege zu bestimmen, wenn man nur die

Fällung und Lösung einige Mal wiederholt. Da ich aber niemals die Schwefelwasserstofffällung unterliess, so hat diese ganze Frage nur ein sehr bescheidenes Interesse für mich, höchstens insoferne als die Schwefelwasserstoffniederschläge nur wenig oder gar nicht ausgewaschen wurden und dadurch noch etwas Kalk und Kieselsäure imbibirt enthielten[1]) — derartige Mengen wie sie aber hier in Frage kommen erzeugen nur ganz bescheidene Niederschläge auf Zusatz von Ammoniak zu der salzsauren Lösung des Schwefelwasserstoffniederschlages, sodass in der Regel kaum Kupfer verloren gehen wird, nichtsdestoweniger rathe ich, zur Verbesserung der Methode, etwa 1 bis 2 mal das Schwefelkupfer mit Schwefelwasserstoffwasser auszuwaschen.

Die Thatsache, dass voluminöse Calciumsilicatniederschläge Kupfer zurückhalten, hat mich zur Prüfung der Frage veranlasst, ob nicht auch Thonerdeniederschläge das Gleiche thun. Die Frage hat insofern praktisches Interesse für mich, als ich sehr häufig kupferhaltige Rückstände, die in Säuren unlöslich waren mit kleinen Mengen Soda und Salpeter schmolz, wodurch auch etwas Thonerde aus dem Porzellantiegel in Lösung geht.

In der That zeigten 2 mg Kupfer als Sulfat, als ich sie mit Aluminiumsulfat und Ammoniak bis zur Bildung eines sehr starken Niederschlages versetzte, die Eigenschaft, den Thonerdeniederschlag blassblau zu färben. Der Niederschlag wurde mit wenig Ammoniakwasser ausgewaschen, in Salzsäure gelöst, mit NH_3 wieder gefällt und so fort. Das Resultat dieses Versuches war:

1.	Filtrat-Hauptmenge	1,6
2.	» »	0,2
3.	» »	0,1

Es wurden nun, um zu sehen, inwieweit bei meinen Analysen vielleicht Fehler durch Thonerdeniederschläge bedingt sein könnten, 3 Analysen durchgeführt:

5 mg	0,5	0,1 mg Cu

1) Diese das Kupfer begleitenden Stoffe sind auch durch sorgsamstes Auswaschen, wie neue Versuche wiederum gezeigt haben, nur sehr schwer und meist nicht vollständig zu entfernen.

als Sulfat wurden mit Soda und Salpeter eingedampft und hierauf energisch 3 Stunden lang im Porcellantiegel geglüht, um einen starken Angriff der Tiegel zu erhalten.

Die Schmelzen ergaben in Salpetersäure gelöst einen unbedeutenden Kieselsäureniederschlag und auf Zusatz von Ammoniak zum Filtrat eine neue gallertige, auch etwas eisenhaltige mässige Fällung.

Die Untersuchung ergab:

1. Filtrat Hauptmenge	4,5	0,4	0,08
2. Filtrat	0,5	0,08	0,01
	5,0	0,48	0,09,

d. h. wenn man selbst bei sehr langem Glühen im Porcellantiegel mit Soda und Salpeter nur nicht unterlässt, den auf Ammoniakzusatz eintretenden Niederschlag nochmals zu lösen und zu fällen, so erhält man fast absolut theoretisch richtige Resultate. Unterlässt man es, so können Fehler von 10—20 % die Folge sein, die Fehler sind procentisch um so kleiner, je grösser die Kupfermengen sind.

Endlich habe ich noch untersucht, ob auch dann noch Fehler zu fürchten sind, wenn man, wie wir es meist thaten, nur kurz und flüchtig 5—10 Min. mit Soda und Salpeter schmilzt und ein starkes Angreifen der Tiegel vermeidet. In 3 Versuchen erhielten wir auf Ammoniakzusatz Niederschläge, wie wir sie gewohnt waren, das heisst eine lockere flockige Masse, die nur im Moment des Entstehens ziemlich erheblich aussah. Die Niederschläge (in Säure gelöst und wieder mit NH_3 versetzt) enthielten nur Kupferspuren.

Angewendet	5,0	0,5	0,5	0,1	mg Kupfer
Gefunden: 1. Filtrat	5,0	0,45	0,5	0,08	» »
2. Filtrat	0,05	0,03	0	0,02	» »

All' diese Controlversuche haben mir nun die Ueberzeugung beigebracht, dass nennenswerthe Fehler in meinen früheren Analysen nicht vorgekommen sind, womit übereinstimmt, dass alle Versuche, die ich früher zur Bestimmung von genau dosirten Kupfermengen machte, die ich zu animalischen oder vegetabilischen Substanzen zusetzte, ausnahmslos auf das Befriedigendste gelungen sind.

Zugegeben muss werden, dass namentlich bei der Bestimmung von sehr kleinen Kupfermengen, 0,1 mg und dergl. selbst bei Anwendung von Schwefelwasserstofffällung Fehler von etwa 20 % durch Thonerdeniederschläge aus den Glühtiegeln vorgekommen sein können, eine praktische Bedeutung hat es aber sicher nicht, wenn statt 4 mg 5 mg oder statt 1 mg 1,2 mg im Kilo Substanz gefunden werden. Je grösser aber die gefundenen Werthe um so geringer gestaltet sich der mögliche Fehler und ich habe damit einwandfrei bewiesen, dass all meine bisherigen Kupferbestimmungen den strengen Anforderungen Genüge leisten. Jedenfalls wird mir Niemand einreden, dass man mit Gewichtsanalysen annähernd so genau kleine Mengen bestimmen könne, und für grosse Mengen habe ja ich selbst stets Titrirung und Gewichtsbestimmung als Controle der colorimetrischen Methodik angewendet.

Hier ist nun auch der Ort, zu berichten über eine Verbesserung der colorimetrischen Methodik zur Bestimmung kleinster Kupfermengen mit Ferrocyankalium, die mir die besten Dienste geleistet hat und der Methode sicher weitere Freunde zuführen wird.

Es war ab und zu störend aufgefallen, dass statt resp. neben der Braunfärbung auf Zusatz von Ferrocyankalium zu der mit Essigsäure angesäuerten Lösung eine Gelbfärbung der Flüssigkeit auftritt. Als Ursache derselben ergab sich die Anwesenheit von etwas salpetriger Säure in den Proben, entstanden durch Glühen von organischem Material mit Soda und Salpeter. Diese Gelbfärbung wird durch so geringe Nitritmengen hervorgebracht, dass vor einiger Zeit v. Deventer (Chemiker-Zeitung, Repert. 1893, S. 111) geradezu Ferrocyankalium als Reagens auf Nitrit empfohlen hat. Die gelbe Farbe wird durch Ferricyankalium bedingt. Auch die Gelbfärbung lange stehender, ursprünglich nur Ferrocyankalium, Ammoniumnitrat, Eisessig und etwas Kupfer enthaltender Proben kommt von der Bildung von Ferricyankalium, wie man sich durch Eisenoxydulsalzzusatz leicht überzeugt.

Zur Vermeidung des Entstehens der Gelbfärbung genügt es, die Proben vor dem Zusatz des Ferrocyankaliums mit einer Messer-

spitze reinen Harnstoffs zu erwärmen[1]) und wieder abzukühlen. Die salpetrige Säure wird dadurch zu Stickstoff reducirt und die schön braunrothe Ferrocyankupferfärbung tritt jetzt rein hervor. — Es ist interessant, dass der gleiche Factor (N_2O_3), der die Kupfertitrirung nach de Haën's Jodmethode zuweilen schädigt, auch der colorimetrischen Bestimmung Schwierigkeit bereitet.

Im Besitze all' der eben geschilderten Erfahrungen[2]) habe ich nun nochmals mit den äussersten Vorsichtsmaassregeln eine Serie von Kupferbestimmungen ausgeführt, von denen leider eine lange Reihe unbrauchbar ist, weil sich herausstellte, dass die verwendeten Filter einer Handlung, von der ich jahrelang tadellose kupferfreie Filter bezogen habe, nun etwas kupferhaltig waren, indem z. B. drei quantitative Filter von 11 cm Durchmesser zusammen bis 0,17 mg Kupfer enthielten.

Die Analysen mit fast kupferfreien Filtern, deren minimaler Gehalt abgezogen wurde, ergab:

6 Proben fränkischer Weizen von 20 g lieferten:

0,15; 0,15; 0,17; 0,17; 0,17: 0,17 mg Kupfer,
also pro Kilo 7,5; 7,5; 8,5; 8,5; 8,5; 8,5 mg.

4 Proben eines anderen fränkischen Weizens von 10 g lieferten:

0,18; 0,17; 0,20; 0,19;
also pro Kilo 17—20 mg, Zahlen, wie wir sie früher auch erhielten.

---

1) Nebenbei möchte ich darauf hinweisen, dass ich schon 1890 in meinen Methoden der praktischen Hygiene, Wiesbaden, Bergmann, darauf aufmerksam machte, dass Harnstoff zur Bestimmung der Salpetersäure neben salpetriger Säure sehr brauchbar ist. Als ebenso brauchbar habe ich ihn kennen gelernt zur Entfernung der salpetrigen Säure aus Wasser vor der Winkler'schen Sauerstoffbestimmung, aus Kupferlösungen vor der jodometrischen Kupferbestimmung und bei anderer Gelegenheit.

2) Erwähnt mag noch werden, dass ich es mir angelegen sein liess, die Vollständigkeit der Schwefelwasserstofffällung sehr häufig dadurch zu controliren, dass in das stark eingeengte Schwefelwasserstofffiltrat abermals lange Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde, nur in einigen wenigen Fällen wurden so nochmals mehr wie Spuren CuS erhalten.

Dann wiederholte ich die Analysen an dem Kirschbaum I auf Kupferboden (Arch. f. Hyg. XXVII S. 12) und fand jetzt

	pro Kilo	früher:
Rinde	21,0 mg	28,6; 30,0; 21,6,
Bast	11,0 »	10,6
Holz	1,0 »	1,77 und 3,1.

Um mich zu überzeugen, dass auch bei der Untersuchung von Thierorganen die Verfeinerung der Methode resp. die Berücksichtigung der durch die Ammoniakfällung entstehenden Niederschläge keine Aenderung in den Resultaten hervorbringt, habe ich folgende Untersuchungen ausgeführt:

Thierorgane.

Rind I.

Rindsblut	100 g	0,16 mg Cu	in 1 Kilo	1,6 mg Cu
Controle	100 »	0,17 » »	» 1 »	1,7 » »
Leber	50 »	2,95 » »	» 1 »	59,0 » »

Rind II.

Herz	50 g	0,29 mg Cu	in 1 Kilo	5,4 mg Cu
Milz	50 »	0,15 » »	» 1 »	3,0 » »
Muskel	50 »	0,22 » »	» 1 »	4,4 » »
Nieren	50 »	0,35 » »	» 1 »	7,0 » »
Leber	50 »	0,32 » »	» 1 »	6,4 » »

Während Rind I Werthe geliefert hat, welche die früher ermittelten höchsten noch übertreffen (Blut früher gefunden 0,75 und 0,6, Leber früher gefunden 22,5—48 mg), zeigt Rind II ganz auffallend niedere Werthe für die Leber und überhaupt eine sehr gleichmässige Vertheilung des Kupfers — es wäre möglich, dass bei Rind II einzelne Werthe um eine Spur durch kupferhaltige Filter zu hoch wären.

Schliesslich wurde noch bestimmt

Milch	200 g	0,10	pro Kilo	0,5
Controle	200 »	0,08	» »	0,4

früher hatte ich einmal 0,25 pro Kilo ermittelt.

Eiweiss (4 Eier)	94 gr	0,05	also pro Kilo 0,5 mg
Eigelb (4 Eier)	86 »	0,11	» » » 1,3 »
Eiweiss (aus 3 andern Eiern)	73 »	0,02—0,03	» » 0,3 »

Zahlen, die recht gut mit meinen früheren Zahlen stimmen.

Auch einige Organe einer menschlichen Leiche wurden untersucht.

Menschliche Organe.

Herz	50 gr	0,20	also in 1 Kilo 4,0
Niere	50 »	0,14	» » 1 » 2,8
Controle	50 »	0,14	» » 1 » 2,8
Leber	50 »	0,15	» » 1 » 3,0
Controle	50 »	0,15	» » 1 » 3,0
Schilddrüse	20 »	0,03	» » 1 » 1,5
Milz	50 »	0,12	» » 1 » 2,4
Controle	50 »	0,12	» » 1 » 2,4,

d. h. auch wieder niedrige und auffallend gleichmässige Zahlen, die sehr gut zu den früher ermittelten stimmen und damit zeigen, dass die beobachteten minutiösen Cautelen nichts nennenswerthes an dem Resultate ändern.

Schliesslich handelte es sich noch um eine Wiederholung der Untersuchung der kleinen Restchen Weizen und Buchweizen aus Debrescin, die ich von Prof. Vedrödi erhalten und in welchen ich bei den ersten Analysen pro Kilo Weizen 7,5, pro Kilo Buchweizen 5,0 mg gefunden hatte (Arch. f. Hyg. XXIV S. 28), während Vedrödi im gleichen Weizen in 8 Controlanalysen 80 mg bis 720 mg gewichtsanalytisch gefunden hatte.

Ich muss dabei bleiben, dass Vedrödis Analysenresultate viel zu hoch sind, wenn ich auch zu meiner Verwunderung in zahlreichen Controlproben in dem Debresciner Getreide nicht zu ganz übereinstimmenden Resultaten komme. Leider war die Menge, die mir zur Analyse zu Gebot stand, so klein, dass ich mit Quantitäten arbeiten musste, die jedem kleinsten Fehler Einfluss auf's Resultat gaben (1, 2, höchstens 5 g).

Die 8 letzten Analysen von Weizen ergaben (an 5 gr resp. 1 g angestellt) pro Kilo

9; 35; 30; 25; 25; 30; 35.

Die in ähnlicher Weise angestellten Buchweizenanalysen pro Kilo

20, 40, 10, 15, 65, 60, 20, 25, 17 Kupfer,

also Zahlen, die zum Theil den früher gefundenen sehr nahe kommen, theils allerdings etwas höher sind, aber bei Weitem die Werthe nicht erreichen, die ich selbst auf kupferhaltigem Boden in Pflanzen gefunden und die in ihrem Maximalwerthe noch unter Vedrödi's Minimalwerth liegen.

Hiermit sind für mich Vedrödi's Einwände erledigt, die Aufklärung der unbefriedigenden Uebereinstimmung von Vedrödi's Analysen untereinander, — die ja wenn auch in viel geringerem Maasse bei mir vorhanden ist — muss ich Forschern überlassen, die über reichlicheres Material als ich verfügen; bei meinem fränkischen Material, von dem ich je 10—20 g anwenden konnte, stimmten die Analysen trefflich.

Warum Vedrödi zu hohe Werthe gefunden hat, weiss ich nicht, sehr nahe liegt natürlich die Vermuthung, dass einmal mitgefälltes Eisen, dann aber auch andere durch Auswaschen nicht genügend entfernte Stoffe sowohl an der Höhe wie an der colossalen Unregelmässigkeit der Resultate schuld sind. Ich möchte mir hier keine bestimmte Behauptung gestatten, obwohl mir zahlreiche neue Versuche gezeigt haben — in voller Uebereinstimmung mit meinen allerersten Kupferanalysen vor sechs Jahren wie sehr leicht ungenügendes Auswaschen gewaltig hohe Resultate liefert.

Als unerspriesslich unterlasse ich ferner eine Reihe weiterer Punkte der beiden Arbeiten von Vedrödi zu kritisiren, nur flüchtig erwähne ich das Verwenden einer Waage, »die 0,5 mg

1) Nicht verschweigen will ich, dass eine Reihe von Analysen, die mit kupferhaltigen Filtern und mit Mengen von nur 1 g angestellt wurden, Werthe bis 210 mg pro Kilo ergaben, Werthe die wieder ausblieben, als die Ursache derselben erkannt und kupferfreie Filter verwendet wurden. Vedrödi arbeitete nicht einmal mit aschefreien Filtern.

noch genau zu bestimmen gestattet«, das Verwenden aschereicher Filter, die sehr wenig befriedigende Uebereinstimmung der Controlanalysen selbst bei Verwendung reinen metallischen Kupfers — auf weiteres würde ich erst eintreten, wenn ich gegen mein Erwarten bemerken müsste, dass Vedrödi's Arbeiten zu einer Discreditirung meiner Untersuchung führen sollten oder von Vedrödi eine weitere Polemik begonnen würde.

Ich glaube jedem Unbefangenen durch die sorgfältige Durchprüfung aller etwaiger Mängel meiner Methoden gezeigt zu haben, dass dieselbe als praktisch, billig und sehr genau allen Anforderungen entspricht, und dass die bisherige Nichtbeachtung der kleinen Kupfermengen in den Ammoniakniederschlägen bei meiner Arbeitsweise höchstens gelegentlich einen Verlust von 10—20% bei den niedrigen Analysenwerthen herbeigeführt haben kann, Fehler, die absolut ohne jede praktische Bedeutung sind, bei den gewaltigen Schwankungen, die der Kupfergehalt von Organismen individuell zeigt.

Ich hoffe nun, das reiche Material, was ich über die Biologie und Toxikologie des Kupfers gesammelt, in rascher Folge mittheilen zu können.

Die Bestimmung minimaler Schwefelwasserstoffmengen in der Luft.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut Würzburg.)

Es war mir bei einem Gutachten über Geruchsbelästigung, die durch Schwefelwasserstoff in der Umgebung einer chemischen Fabrik hervorgerufen war, die Aufgabe erwachsen, sorgfältige Versuche über den chemischen Nachweis kleinster Schwefelwasserstoffmengen anzustellen. Die Resultate der ziemlich mühsamen Arbeit haben wohl auch für weitere Kreise Interesse, da die hygienisch oft so wichtige Aufgabe der quantitativen Bestimmung sehr kleiner Substanzmengen bisher für die wenigsten Körper genügend gelöst ist.

Zur Bestimmung des H_2S in minimalen Mengen konnte in Frage kommen

1. Durchsaugung grosser Luftmengen durch ein Metallsalz, z. B. alkalische Bleilösung und colorimetrische Bestimmung der H_2S durch den Grad der Verfärbung.
2. Ueberleiten der Luft über feuchtes Bleipapier und Beobachtung der Verfärbung.
3. Durchsaugen der Luft durch alkalische Nitroprussidnatriumlösung und Beobachtung der Farbenveränderung.

4. Durchsaugen der Luft durch schwache Jodjodkaliumlösung, Beobachtung der Titerabnahme derselben beim Titriren mit Natriumhyposulfit.

Gleich die ersten Versuche ergaben, dass Methode 3 unbrauchbar sei, auch Methode 2 erwies sich alsbald als zu unempfindlich, mit Methode 1 und 4 wurden viele Versuche angestellt und zwar in der Art, dass gleichzeitig nach Methode 1 die Verfärbung eines Bleipapiers und nach Methode 4 der absolute Schwefelwasserstoffgehalt bestimmt wurde.

Die jodometrische Bestimmung sehr kleiner H_2S-Mengen verlangt folgende Methode: Die Luft wird mit einer Geschwindigkeit von 6 Litern in der halben Stunde mittelst Aspirator durch 10 ccm $^1/_{100}$ Normaljodlösung geleitet, hinter der ein Gefäss mit 10 cbcm $^1/_{100}$ Normalnatriumhyposulfitlösung eingeschaltet ist. Die Vorsicht ist für kleine Mengen absolut nöthig, da selbst aus $^1/_{100}$ Normaljodlösung der Luftstrom erhebliche Jodmengen mitnimmt, die dann im Hyposulfit aufgefangen werden. Als Absorptionsgefässe dienten auch diesmal wieder die langen Schulze'schen Absorptionsröhren, in welche die Luft nur in kleinen Bläschen eintritt. Die Stopfen der Absorptionscylinder wählte ich aus paraffinirtem Kork, nicht aus Kautschuk, um thunlichst kein Jod zu verlieren. Mit den quantitativen Bestimmungen wurde erst begonnen, als in zahlreichen blinden Versuchen festgestellt war, dass durch das Durchsaugen von 8 l Luft der Titer des Jodröhrchens um ebensoviel abnahm, wie der des dahintergeschalteten Natriumhyposulfitröhrchens.

Beispiel: Vorgelegt 10 ccm $^1/_{100}$ Jodlösung und 10 cm $^1/_{100}$ Natriumhyposulfit. Durchgesaugt werden 8 Liter Luft. Darnach verbraucht der Inhalt des ersten Röhrchens 5,9 ccm Natriumhyposulfit, der des zweiten 5,9 ccm Jodlösung zur Sättigung, d. h. es war Joddampf entsprechend 4,1 ccm Jodlösung weggerissen und vom zweiten Röhrchen gebunden.

Bei der Fortsetzung der Versuche zeigte sich, dass recht leicht bei solchen blinden Versuchen eine Differenz der beiden Titrirungen von 0,05—0,1 ccm zu beobachten ist, was den Werth der Methode stark beeinträchtigt, da bei den geringsten Gehalten

an H_2S die Titerabnahme für 6—8 l oft nur 0,1—0,2 ccm betrug. Es wurden deshalb neben den Aspiratorversuchen mit schwachem Luftdurchtritt auch Versuche gemacht, bei denen durch die Saugpumpe in der gleichen Zeit etwa eine vierfache mit der Gasuhr gemessene Luftmenge (ca. 30 l) durch die auf ein grösseres Volumen verdünnten Absorptionsflüssigkeiten in Drechsel'schen Waschflaschen gesaugt wurden — die Uebereinstimmung der Resultate war fast stets tadellos.

Durch besondere blinde Versuche überzeugte ich mich, dass auch bei diesen Versuchen mit 30 l die durch Jodverlust oder Titrirfehler verursachten Fehler 0,05—0,1 ccm $^1/_{100}$ Normaljodlösung nicht übersteigen. Ich habe zu Schlüssen nur Versuche benützt, bei denen die Resultate der Versuche mit 30 l mit denen mit 8 l stimmten.

Die Bleipapierversuche wurden so angestellt, dass ein frisch mit Bleinitrat getränktes Fliesspapierstreifchen von 5 cm Länge und 2 cm Breite in den Anfang einer Glasröhre von 30 cm Länge und 12 mm Weite geschoben wurde, über dasselbe wurde die Luft mit einer Geschwindigkeit von 6 l in 30 Minuten geleitet. Die Verfärbung des Papiers durch Gelblich in Gelblich-Braun und Braun wurde nach 2, 4 und 6 oder 8 l durch Abmalen festgehalten: dadurch liessen sich auch Versuche vergleichen, die länger auseinander lagen. Controllversuche mit Ueberleiten der gewöhnlichen Zimmerluft über Bleipapier ergaben keine Verfärbung.

Die Resultate waren in übersichtlicher Anordnung nach steigendem Schwefelwasserstoffgehalt geordnet.

(Siehe Tabelle I auf Seite 265.)

Für die Praxis ergibt sich aus diesen Versuchen:

Eine Luft, die in 8 l genügend Schwefelwasserstoff enthält, um ein Bleipapier beim Ueberleiten in der vorgeschriebenen Weise blass gelblich-braun zu färben, enthält etwa 1,4—2 Milliontel Volume Schwefelwasserstoff. Eine solche Luft belästigt den Gewohnten zwar kaum, riecht aber dem Ungewohnten schon sehr

widerwärtig nach faulen Eiern und es wird selbst das vorübergehende Einathmen einer solchen Luft sehr störend empfunden werden.

Nummer	Jod-verlust in 8 l	Jod-verlust in 32 l	Volum-milliontel, berechn. aus dem Versuch		Verfärbung von Bleipapier durch 8 l	Geruch
	$^{1}/_{100}$ Normaljodlös.		mit 8 l	m. 32 l		
I	0,15	0,4	2,0	1,4	blass gelblichbraun	gering, aber sehr charakteristisch.
II	0,1	0,4	1,4	1,4	detto	detto.
III	0,15		2,0	—	blassgelbbraun	
IV	0,15	0,5	2,0	1,7	detto	sehr merklich, aber schwach
V	0,18	0,7	2,4	2,4		detto.
VI	0,17	0,7	2,4	2,4	kräftig gelbbraun	sehr merklich, aber noch wenig den Gewohnt. belästigend.
VII	0,2		2,8	2,8	detto	detto.
VIII	0,2	0,8	2,8	2,8	hellbraunschwarz	detto.
IX	0,2	0,8	2,8	2,8	kräftig gelbbraun	detto.
X	misslungen					
XI	0,2	0,8			kräft. bräunlichgelb	detto.
XII	0,4		5,5	—	dunkelbraun	intensiv.
XIIa	0,35		4,8	—	detto	detto.
XIII	0,6		8,0	—	schwarzbraun	sehr stark.
XIIIa	0,6					
XIV	1,0		14,0	—	detto	sehr stark, Andeutung v. Reizerscheinungen[1]) von Seite der Augen u. Nasenschleimhaut

Tritt eine kräftig gelbbraune Farbe ein, so beträgt der Gehalt etwa 3 Milliontel und ist ein Zeichen, dass die Luft einen sehr erheblichen Schwefelwasserstoffgeruch besitzt, eine dunkelbraune Farbe bedeutet etwa 5, eine schwarzbraune 8 und mehr Milliontel. Concentrationen von 5—8 Milliontel pflegt auch der

1) In den früheren Versuchen (Arch. f. Hyg., 1892, Bd. XIV. S. 169) hatte ich bei 20—40 Milliontel noch keine Reizsymptome beobachtet, erst von 70—90 Milliontel an. Ich habe seither sehr viel mit Schwefelwasserstoff gearbeitet und dabei gelernt, diese Reizsymptome schon bei den leichtesten Graden zu bemerken. Vielleicht bin ich auch mit der Zeit etwas empfindlicher gegen Schwefelwasserstoff geworden.

Chemiker schon als recht unangenehm zu bezeichnen, von 14 Milliontel ab treten bei empfindlichen Menschen schon leichte Symptome der Reizung von Seite der Augen und der Nasenschleimhaut auf.

Mit der angegebenen Methode lässt sich auch von Nichtfachleuten ein annäherndes objektives Urtheil über die Grösse kleiner Schwefelwasserstoffmengen gewinnen, während die Titrirung schon ein sehr subtiles Arbeiten verlangt, um befriedigende Ergebnisse zu liefern.

Eine neue einfache jodometrische Zuckerbestimmung.[1])

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Unter den heute üblichen Zuckerbestimmungs-Methoden nimmt die von Allihn (Journ. f. prakt. Chemie 1880, S. 227) ausgebildete Modification der Fehling'schen Reductionsmethode bei exacten Untersuchungen wohl die erste Stelle ein. Namentlich die Nahrungsmittelchemiker arbeiten meines Wissens ausschliesslich nach dieser Methode, wenn irgend eine reducirende Zuckerart bestimmt werden soll. Auch zur Analyse von Rohrzucker, Dextrin, Stärke ist die Methode nach vorangegangener Invertirung sehr beliebt.

Die Methode besteht bekanntlich in folgenden Manipulationen:

1. 60 ccm Fehling'scher Lösung (deren Gehalt nicht genau bekannt zu sein braucht) werden 2 Minuten (bei Traubenzucker, für andere Zuckerarten verschieden) lang mit 25 ccm der Zuckerlösung, die ungefähr 1 proc. (jedenfalls nicht stärker) sein soll, gekocht.

2. Man bereitet sich ein Filterröhrchen, d. h. ein Glasröhrchen, das mit einem Asbestpfropfen nicht zu fest, nicht zu locker gestopft ist. Hierzu ist nöthig: Präparation des Asbest (Auskochen in Natronlauge, Auswaschen, Trocknen), richtiges Stopfen,

---

1) Vorgetragen Mitte Februar 1897 in der physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg.

2—3 Wägungen des im Trockenschrank getrockneten Röhrchens (d. h. Trockenschrank und Wage).

3. Man filtrirt die gekochte Kupferlösung durch das Asbestfilter, wäscht das abfiltrirte Cu_2O gut mit Wasser, Alkohol, Aether aus und trocknet wieder.

4. Man reducirt im Wasserstoffstrom das Cu_2O zu Cu und wiegt wieder. Hierzu ist ein Wasserstoffapparat nöthig.

In Summa kostet die ganze Untersuchung wenigsten 3 Stunden Zeit während der natürlich einiges andere ausgeführt werden kann. vor 3 Stunden ist aber kein Resultat erhältlich und mehr wie 4 Proben wird man nicht leicht auf einmal in Arbeit nehmen.

Es ist klar, dass diese zeitraubende, ein leidlich eingerichtetes Laboratorium, etwas Uebung und mindestens 3 Wägungen verlangende Methode sich nur desswegen allgemein behauptet, weil sie sorgfältig von verschiedenen Forschern durchgeprüft und gut befunden wurde und einfachere eben so genaue Methoden bisher nicht bekannt sind.

An Vorschlägen zur Veränderung resp. Vereinfachung und Abkürzung der Allihn'schen Methode hat es allerdings nicht gefehlt, ohne auf Vollständigkeit Anspruch zu machen, führe ich Folgendes an.[1])

Reine Vereinfachungsvorschläge, die aber das Allihn'sche Asbest Filterröhrchen beibehalten, sind die von Farnsteiner und Ambühl.

Farnsteiner (Forschungsberichte für Lebensmittel II, S. 235) versucht, nachdem er auf das Asbestfilter filtrirt und mit Alkohol und Aether ausgewaschen, durch sofortiges Erwärmen unter Luftdurchsaugen, das Kupferoxydul in 3—4 Stunden in Kupferoxyd zu verwandeln. Er enthielt recht gute Resultate, als er seine Ergebnisse mit der Allihn'schen verglich, er ersparte sich den Wasserstoffapparat und kürzte die Analysendauer wohl um eine halbe Stunde ab. Als besonderen Vortheil rühmt er, dass seine Methode gleichzeitig dem Verlangen von Herzfeld

1) Vergl. auch die Uebersicht, die Dobriner in Zeitschr. f. analyt. Chemie, XXXVI, Heft I soeben gegeben hat.

Rechnung trage, das aus der Fehling'schen Lösung erhaltene Kupferoxydul vor der Reduction durch Erhitzen in Luft von organischer Substanz zu befreien[1]), und dass die Endreaction der ganzen Manipulation sicherer sei als bei dem Reduciren im Wasserstoffstrom.

Ambühl hat soeben (Chemiker-Zeitung 1897, S. 137) eine lange Serie von Analysen mitgetheilt, die beweisen, dass es ebenso genau ist, das Kupferoxydul als solches zu wiegen, nachdem man das Asbestfilterrohr im Trockenschrank 1 Stunde getrocknet hat, als wie dasselbe zu reduciren. Die Differenz der Reductionsmethode von der Ambühl'schen Wägung ist meist nur etwa 1 mg Cu bei einer Kupfermenge von 80—380 mg, nur in wenigen der 42 Analysen (alle beziehen sich auf Wein) erreicht sie 2—6 mg.

Aehnlich im Princip wie Farnsteiner's Methode ist die von Hefelmann (Pharmac. Centralhalle Bd. 36, S. 637), der das Kupferoxydul im Gooch'schen Tiegel auf Asbest abfiltrirt und durch Glühen im schrägliegenden Tiegel das Oxydul in Oxyd verwandelt.

Eine Reihe von Autoren geht noch weiter von der Allihn-schen Methode ab, sie kehrt zu dem früher üblichen Filtriren durch Papier zurück, z. Th. weil diese Filter bequemer zu haben sind, z. Th. weil gewisse Asbestsorten auch nach langer Behandlung mit Alkalien noch immer an die alkalische Fehling'sche Lösung Stoffe abgeben und leichter werden.

Aeltere Vorschläge von Scheibler und Holdefleiss, das Kupferoxydul auf Papier abzufiltriren, den ausgewaschenen Filterinhalt in Salpetersäure zu lösen, zu glühen und als Kupferoxyd zu wiegen, hat Nihoul weiter aufgenommen und methodisch verwerthet (Chemiker-Zeitung 1893, S. 500 und 1894, S. 881). Es erwachsen allerdings aus der Eigenschaft des Papierfilters, kleine Kupfersulfatmengen zurückzuhalten, einige Complicationen, die zwar Nihoul zu umgehen gelehrt hat, doch hat sich seine Methode nicht eingebürgert, obwohl Killing (Zeitschr. für angewandte Chemie 1894, S. 431), dem besonders schlechte Asbest-

1) Nach Nihoul enthielte das Cu_2O stets 0,3—0,4% organische Substanz, die directe Reduction lieferte also stets zu hohe Werthe.

sorten vorlagen, und Praga (dies., 1894, S. 520) ähnliche Verfahren empfohlen und als brauchbar dargethan haben.

Ross (Chem.-Zeit. Repert. 1893, S. 112) will das auf Schwedischem Filtrirpapier abfiltrirte Cu_2O in Salpetersäure lösen und das Kupfer elektrolytisch bestimmen — für die meisten Laboratorien gewiss noch keine bequeme und rasche Methode.

Bei Gelegenheit zahlreicher Allihn'scher Zuckerbestimmung, die im Herbst 1896 Herr Dr. Blauberg, ein sehr gewandter und geübter Analytiker, in meinem Institut in Kindermehlen vornahm, kam mir der Gedanke, ob nicht mit enormer Zeitersparnis eine Zuckerbestimmung auf die de Haën'sche jodometrische Kupferbestimmung gegründet werden könne, die ich seit Jahren anwende und empfehle (vergl. Arch. f. Hyg., XIV, S. 143 und XXIV, S. 11) und die auch neuerdings Brandl bei seinen Kupferbestimmungen wieder sehr gute Dienste geleistet hat. (Arb. aus dem k. Gesundheitsamt, XIII. 104).

Die ersten Proben lieferten so gute Resultate, dass ich Herrn cand. med. Ebstein[1]) damit beauftragte, als seine Dissertation die Methode an einer grösseren Anzahl von Zuckerlösungen verschiedener Art und Herkunft zu erproben, während mein Privatassistent, Herr Hans Lang, die Allihn'sche Controlbestimmung machte. Die Resultate stimmten fast stets tadellos.

Wir verfuhren so: 60 ccm Fehling'scher Lösung von genau bekanntem Kupfergehalt werden mit 25 ccm Zuckerlösung gekocht. Nach dem Kochen wurde die Fehling'sche heisse Lösung durch ein doppeltes schwedisches Filter filtrirt und das Filtrat, — das stets klar und sehr rasch durchlief — durch Auswaschen auf 250 ccm gebracht. In einer Reihe von Versuchen spülten wir auch gleich den Inhalt der Kochschale sammt Niederschlag in einen Stöpselcylinder, füllten auf 250 ccm auf und filtrirten nun nur einen aliquoten Theil ab, der zur Titrirung diente. Lässt man etwas länger stehen, so setzt sich meist

1) Ausführlichere Mittheilung wird Herr Ebstein in seiner Dissertation machen.

das Oxydul so compact zu Boden, dass man 50 ccm Flüssigkeit ohne Schaden einfach abgiessen kann.

Zu 50 ccm der Flüssigkeit setzt man Schwefelsäure bis zur sauren Reaction, gibt 2—3 g Jodkalium hinzu, schüttelt um und beobachtet nach der Gleichung:

$$2\,Cu\,SO_4 + 4\,JK = 2\,K_2SO_4 + 2\,CuJ + J_2$$

eine der Menge des vorhandenen Kupfers proportionale freiwerdende Jodmenge, die sich durch mehr oder weniger starke Braunfärbung zu erkennen gibt.

Die Menge des freiwerdenden Jods bestimmt man bekanntlich auf's Leichteste mit Natriumhyposulfit nach der Gleichung

$$Na_2S_2O_3 + J_2 = Na_2S_4O_6 + 2\,NaJ$$

1 ccm einer $^1/_{20}$ Normalnatriumhyposulfitlösung entspricht genau 1 ccm $^1/_{20}$ Normaljodlösung oder 3,15 mg Kupfer. Bestimmt man titrimetrisch ein für alle Mal den Kupfergehalt der anzuwendenden Kupfersulfatlösung und jedesmal den Kupfergehalt des Filtrats, so ergibt sich leicht durch Subtraction die Menge des durch den Zucker ausgefällten Kupfers. Aus den Tabellen liest man die dem Kupfer entsprechende Zuckermenge ab.

Wir hatten beispielsweise in unsere Schale 30 ccm Kupfersulfatlösung gethan, von der 5 ccm mit Jodkalium versetzt 21,6 ccm $Na_2S_2O_3$ verbrauchten also war $6 \cdot 27{,}6\ 3{,}15 = 521{,}6$ mg Kupfer vor dem Zuckerzusatz in Lösung. Nach dem Zuckerzusatz, Kochen, Filtriren und Auffüllen auf 250 ccm verbrauchen 50 ccm Filtrat 20,7 ccm $Na_2S_2O_3$ Lösung. Es sind also $5 \cdot 20{,}7 \cdot 3{,}15 = 326{,}0$ mg Kupfer noch in Lösung oder 195,6 mg Kupfer ausgefällt. Nach der Allihn'schen Tabelle entspricht dies 100,25 mg Traubenzucker — angewendet waren 100 mg Traubenzucker.

Als Beweis für die Brauchbarkeit der Methode mögen folgende Analysen dienen, von denen eine ziemliche Zahl von Herrn Ebstein ausgeführt sind, der niemals früher chemisch gearbeitet hatte[1]).

1) Versuche, in welchen gewöhnlicher Harn dem Zucker zugesetzt wurde, titrimetrisch auf seinen Zuckergehalt zu untersuchen, ergaben sowohl mir wie Herrn Ebstein, wie erwartet, mehrfach zu hohe Resultate, entsprechend der Reductionswirkung der Harnsäure, des Kreatinins etc. 20 ccm Harn täuschten etwa 5—15 mg Zucker vor, resp. es wurden statt 100 mg 105—115 gefunden, wenn 10—20 ccm Harn mit 100 mg Zucker versetzt wurden.

A. Analysen in reinen, selbst hergestellten Dextroselösungen.

Angewendet 100 mg Dextrose, gefunden 100,25 Zucker
100,0 »
98,4
98,5
100,0
100
100
100

B. Diabetischer Harn.

Zuckergehalt durch Allihn'sche Methode controlirt.

In 5 ccm von 4 verschiedenen Harnen wurde gefunden:

Titrimetrisch	nach Allihn
404,5 Cu	404,5 Cu
220,6 »	223,0 »
237,5 »	239,6 »
438,5 »	438,2 »

C. Milch.

In Milch, die nach der Ritthausen'schen Methode von Eiweiss und Fett befreit war, wurde der Milchzucker bestimmt.

2,5 ccm Milch lieferten:

titrimetrisch	nach Allihn
249,5 Cu	249,5 Cu

D. Bier.

5 ccm Bier liefern bei directer Reduction:

titrimetrisch	nach Allihn
264,6 Cu	262,0 Cu

E. Zuckerbestimmung in invertirten Lösungen von Kohlehydraten.

	titrirt	Allihn
Herzcacao 25 ccm der Auskochung mit Salzsäure	94,5	93,1
Theinhards lösliche Kindernahrung:		
25 ccm des invert. Auszugs	264,5	264,5
	264,5	266,0

Mellin's Food 25 ccm des invert. Auszugs A) 352,8 } 346,5[1])
B) 349,65 }

Die Resultate beweisen, dass für diabetischen Harn, Bier, wässrige Lösungen der verschiedenen Zuckerarten die Methode der Allihn'schen vollkommen ebenbürtig ist und dabei in der That die oben geschilderten Vorzüge besitzt. Dass in einzelnen Fällen — namentlich bei Harn, dem man Zucker zugesetzt hat — schlecht filtrirende Niederschläge erhalten werden, ist ein Nachtheil, den meine Methode mit allen anderen auf Kupferreduction beruhenden theilt.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass man natürlich, wenn es sich um kleine Zuckermengen handelt, auch den Filterrückstand[2]) nach gutem Auswaschen mit gekochtem Wasser in Salpetersäure lösen und titrimetrisch das Kupfer darin bestimmen kann. Nur darf man nicht versäumen, die salpetrige Säure, welche beim Lösen des Kupferoxyduls in Salpetersäure entsteht, durch Erwärmen mit einer Messerspitze Harnstoff zu entfernen, da dieselbe sonst Jod in Freiheit setzt und das Resultat zu gross werden lässt.

1) Das abfiltrirte Kupferoxydul ergab titrimetrisch 347,8 und 346,5 mg Cu.
2) Ich ziehe für kleine Mengen die Anwendung eines Asbestfilters vor.

Studien über Denitrification.

Von

Dr. Hugo Weissenberg.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Lange schon und auch in weiteren Kreisen hat man Kenntnis von der Fähigkeit gewisser Mikroben, Ammoniaksalze in salpetrige und Salpetersäure überzuführen. Man hat diesen Vorgang als Nitrification bezeichnet. Seit kürzerer Zeit und auch weniger bekannt ist ein entgegengesetzter Vorgang, die Denitrification. Es handelt sich hierbei um gewisse Bacterien, welche im Stande sind aus salpetrig- und salpetersauren Salzen den Stickstoff in Freiheit zu setzen. Die hierbei stattfindende Gasentwicklung ist unter entsprechenden Verhältnissen eine so intensive, dass sie natürlich jedem damit in Berührung kommenden Beobachter auffallen musste. In der That haben sich schon mehrere Autoren mit diesem Vorgange beschäftigt; doch waren ihre Angaben nicht hinreichend, um eine Wiedererkennung der in Betracht kommenden Mikroben und eine genauere Vorstellung von dem Wesen des Vorganges zu ermöglichen.

Wagner in Darmstadt gebührt nun das Verdienst, auf die Bedeutung des Vorganges für die Landwirthschaft hingewiesen, Burri und Stutzer hierbei in Betracht kommende Mikroben auf Wagner's Anregung hin zuerst gezüchtet und beschrieben zu haben. In ihrer umfangreichen Arbeit[1]) haben sie nicht nur

1) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Abth. II, Bd. 1, Nr. 7, 8, 9, 10, 12.

den Vorgang theoretisch untersucht, sondern auch besonders den praktischen Zweck im Auge gehabt, Mittel zu finden, um dem durch diesen bacteriellen Vorgang bedingten Stickstoffverlust des Düngers Einhalt zu thun. Das Hauptergebnis ihrer Arbeit war, dass sie aus Pferdemist und Getreidestroh zwei mit jener Fähigkeit ausgestattete Bacterienarten isolirten, welche sie als B. denitrificans I und II bezeichneten. Während das Letztere nun allein zu dieser Leistung fähig war, war das erstere seltsamerweise nur symbiotisch mit B. coli oder B. typhi dazu im Stande. Ferner wiesen sie nach, dass reichlicher Luftzutritt die Salpetervergährung bei B. denitrificans II hemme, dagegen nicht bei B. denitrificans I + B. coli.[1]) Worin aber das Wesen des Vorganges und der Symbiose beruhe, blieb noch ungelöst.

Vor einiger Zeit bemerkte nun Herr Prof. K. B. Lehmann bei einer gemeinsam mit Herrn Dr. Neumann angestellten Versuchsreihe über die Fähigkeit zahlreicher Mikroben aus Nitrat Nitrit zu bilden, dass auch das allbekannte B. pyocyaneum aus Nitrat in reichlicher Menge ein Gas freimachte, das sich bei näherer Untersuchung als Stickstoff charakterisirte. Damit war die Denitrification für eine Bacterienart nachgewiesen, die in allen Instituten zur Hand ist.

In jüngster Zeit sind dann noch zwei mit der gleichen Fähigkeit ausgestattete Bacterienarten isolirt und beschrieben worden, die eine von J. Schirokikh, die andere von Ampola und Garino.[3])

Bei meinen im Folgenden aufgeführten Versuchen standen mir ausser der hiesigen Laboratorimuscultur von B. pyocyaneum noch solche aus München, Prag, Heidelberg, Bonn, Königsberg

---

1) In der von Stutzer und Maul fortgesetzten Arbeit wurde schliesslich nachgewiesen, dass auch B. denitrificans I und B. coli durch reichlichen Luftzutritt in der Salpetervergährung gehemmt werde. Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Abth. II, Bd. 2, Nr. 15.

2) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Abth. II, Bd. 2, Nr. 6 und 7.

3) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, Abth. II, Bd. 2, Nr. 21.

und durch die Güte des Herrn Dr. Burri die von Burri und Stutzer isolirten B. denitrificans I und II[1]) zur Verfügung.

Von Anfang an zeigte sich, dass B. pyocyaneum von den verschiedenen Bezugsquellen sich durchaus gleich verhielt in seiner zuerst von Herrn Prof. K. B. Lehmann beobachteten Denitrificationsfähigkeit und zwar absolut analog dem bisher wenig bekannten von Burri und Stutzer isolirten Bacterium Stutzeri, das ohne Synergeten Nitrat zu vergähren im Stande ist.

Ich habe dann noch eine ganze Reihe anderer Bacterien auf diese Fähigkeit hin untersucht, insbesondere die Gruppe der Fluorescentes, indess in Uebereinstimmung mit den Resultaten von Herrn Prof. Lehmann und Dr. Neumann mit negativem Erfolg. Schliesslich wandte sich mein Interesse fast ausschliesslich dem eigentlichen Wesen des Vorgangs zu, wobei ich immer gleichzeitig B. pyocyaneum mit den von Burri und Stutzer isolirten Arten prüfte.

Nährlösungen, Züchtungsmethoden u. s. w.

Als Nährlösung benutzte ich fast ausschliesslich eine Fleischextraktbouillon mit Pepton, welche mit Phenolphthalëin schwach alkalisch gemacht war. Auf eine deutliche alkalische Reaction muss sorgfältig geachtet werden, weil schon in schwach saurer Nährlösung Nitrit als starkes Gift wirkt, was bei alkalischer Reaction auch bei grösserem Nitritgehalt nicht der Fall ist, wenigstens nicht für die in Frage kommenden Mikroorganismen. Nachdem ich dies einigemal ausprobirt hatte, verwandte ich stets eine Nährlösung von 10 g Fleischextrakt, 10 g Pepton siec, 5 g Kochsalz, 5 ccm Normalnatronlauge, 1000 g Wasser. Der Vorgang ging aber auch in gleicher Weise vor sich bei Züchtung in Peptonwasser, in der eiweissfreien Nährlösung nach Fränkel und Voges, schliesslich auch in einer besonders für diesen

1) Diese Namen sind in »Lehmann und Neumann, Grundriss der Bacteriologie« entsprechend der Linné'schen Terminologie umgebildet, und zwar nennen sie:
B. denitrificans I Stutzer u. Burri = B. denitrificans Lehmann u. Neumann,
B. denitrificans II Stutzer u. Burri = B. Stutzeri Lehmann u. Neumann
Im Folgenden sind diese Namen benutzt worden.

Zweck hergestellten eiweissfreien Nährlösung, die als einzige Stickstoffquelle Nitrat oder Nitrit enthielt (Kochsalz 5 g, neutrales Natriumphosphat 2 g, Glycerin 40 g, Natriumnitrat 5 g, destillirtes Wasser 1000 g). Allerdings entwickelt sich hier das Wachsthum und das Gas bei weitem nicht so reichlich[1]) wie bei Gegenwart einer anderen Stickstoffquelle z. B. Asparagin oder besonders Ammoniumnitrat.

Als salpetersaures oder salpetrigsaures Salz wurde Natriumnitrat oder -nitrit benutzt, es konnte aber mit gleichem Erfolg das entsprechende Kalium- oder Ammonium-Salz genommen werden.

Die hiervon hinzugefügte Menge betrug in meinen ersten Versuchen 5 g in 1000 g Flüssigkeit, es stellte sich aber im Verlauf der Untersuchung als zweckmässiger eine Concentration von 2,5 auf 1000 heraus; der Grund hierfür wird im Folgenden klargelegt werden.

Die Culturen wurden angelegt in gewöhnlichen Reagenzgläschen, in welchen sich die Gasentwicklung durch Bläschen- und Schaumbildung zu erkennen gab, ferner in Gährungskölbchen, in deren geschlossenem Schenkel sich ein Theil des entwickelten Gases ansammelte, schliesslich zu quantitativen Versuchen in einem besonders zusammengestellten Gährungsapparat, bei welchem sich das entwickelte Gas in einem Kölbchen über Kalilauge anhäufen musste.

Zur anaëroben Züchtung wurden 20 ccm fassende Reagenzgläschen benutzt, welche in solche von grösserem Umfang eingesetzt werden konnten. Diese letzteren wurden nun mit einer gewissen Menge Pyrogallussäure und Kalilauge gefüllt oder die Luft wurde aus ihnen durch Wasserstoff verdrängt. Sollten eine grössere Anzahl von Culturen anaërob gezüchtet werden, so wurden sie in ein Exsiccatorgefäss gesetzt, auf dessen Boden Pyrogallussäure und Kalilauge gebracht war; die Luft wurde durch einen lange Zeit hindurchgeleiteten Wasserstoffstrom verdrängt, und das ganze Gefäss wurde schliesslich in Wasser versenkt.

1) B. denitrificans gedieh hierin überhaupt nicht.

Sollte hingegen ein reichlicher Luftzutritt ermöglicht werden, so wurden die Culturen angelegt in weitbauchigen Kölbchen von 200 ccm, die nur mit 10 ccm Nährlösung gefüllt waren, so dass die Oberfläche der Cultur im Verhältnis zu ihrer Tiefe ausserordentlich gross war.[1])

Als Reagenzien wurden benützt auf Nitrit Jodkalium, auf Nitrat Diphenylamin oder Brucin nach Entfernung etwa vorhandenen Nitrits mit Harnstoff; auf Ammoniak prüfte ich in eiweissfreier Nährlösung mit Nesslers Reagens, in Bouillon nach vorheriger Destillation mit Magnesia usta.

Die Symbiose zwischen B. denitrificans Lehmann und Neumann (denitrificans I Burri und Stutzer) und B. coli oder typhi.

Wie schon oben erwähnt, haben Burri und Stutzer ein Stäbchen isolirt, welches wohl gemeinsam mit B. coli oder typhi im Stande ist, aus Nitrat den Stickstoff freizumachen, aber nicht allein. Es ist mir nun gelungen, das Wesen dieses symbiotischen Verhältnisses zu erkennen, und es wird im Interesse der Klarheit liegen, dieses zunächst zu betrachten, da es für die Beurtheilung des Denitrificationsvorganges an sich von Bedeutung ist.

Versuch 1.[2])

a) B. denitrificans Nitratbouillon — keine Gasbildung und keine Nitrit-Reaction,
b) B. denitrificans und B. coli Nitratbouillon — Gasbildung,
c) B. coli Nitratbouillon — keine Gasbildung, aber Nitritreaction,
d) B. denitrificans Nitritbouillon — Gasbildung.

Thatsächlich also ist ebensowenig B. coli wie B. denitrificans im Stande, allein aus Nitrat den Stickstoff freizumachen. Dagegen vermag, was Burri und Stutzer entgangen war, dieses letztere allein Nitrit zu zerstören, während B. typhi oder

1) Auch Burri und Stutzer haben die Bedeutung des reichlichen Luftzutritts bei dieser Art von Kölbchenzüchtung für den Denitrificationsvorgang bemerkt. Da diese Versuchsanordnung für unseren Zweck trotz ihrer Einfachheit durchaus hinreichte — auch für B. denitrificans —, so wurde von der Cultur mit permanenter Luftdurchsaugung Abstand genommen.

2) Die Versuche wurden alle mehrfach mit gleichem Erfolg wiederholt.

B. coli kräftig aus Nitrat Nitrit bildet. Würde nun die Nitritzerstörung für das Leben von B. denitrificans bedeutungslos sein, so wäre man natürlich nur berechtigt, hier von einer synergetischen Nitratvergährung zu sprechen. Wie aber im Folgenden gezeigt werden wird, ermöglicht unter gewissen Verhältnissen thatsächlich die Gegenwart von Nitrit dem B. denitrificans Leben und Wachsthum, so dass man in diesem Sinne dieses Verhältnis als echte »Symbiose« bezeichnen darf.

Natürlich kann, wie mir meine Versuche gezeigt haben, B. denitrificans mit vielen anderen Mikrobien ausser mit B. coli oder B. typhi dieses symbiotische Verhältnis eingehen, — Bedingung ist nur, dass jenes andere eben fähig ist, aus Nitrat Nitrit zu bilden und keine gegenseitige Wachsthumshemmung stattfindet, z. B.

Versuch 2.

a) B. denitrificans Nitratbouillon — keine Gasbildung,
b) B. vulgare Lehm. u. Neum. = Proteus vulgaris Hauser, — keine Gasbildung, aber Nitritreaction,
c) B. denitrificans und B. vulgare — Gasbildung.

Jetzt ist freilich der Schluss nicht mehr berechtigt, welchen die Autoren auf Grund des gleichen Verhaltens bei diesem Gährungsvorgange auf die innige Verwandtschaft von B. typhi und B. coli gezogen haben. Das gleiche Verhalten hierbei besteht ja eben nur in der Bildung von Nitrit aus Nitrat, und das thun ausser ihnen noch zahlreiche andere Mikrobien

Die Denitrification ist im Grunde genommen, ein Vorgang, der mit Nitrit vor sich geht. Wird aus Nitrat gasförmiger Stickstoff frei, so handelt es sich um zwei verschiedene Vorgänge, um die Bildung von Nitrit aus Nitrat und die eigentliche Denitrification.

Aus dem vorhin Dargelegten ergibt sich schon von selbst, dass Nitrat und Nitrit bei dem Denitrificationsvorgange nicht die gleiche Rolle spielen. Folgende Gründe zeigen nun, dass die Denitrification eben nur in einer Zerstörung von Nitrit besteht und dass Nitrat erst in Nitrit umgewandelt sein muss,

bevor gasförmiger Stickstoff gebildet werden kann. Es entspricht dies wohl ganz dem chemischen Verhalten der beiden jene Salze constituirenden Säuren.

1. Das Vermögen aus Nitrat Nitrit zu bilden ist ja vielen Mikroben eigen. Die Erklärung dieses Vorgangs stösst nicht auf Schwierigkeiten und ist z. B. durch die Gleichung $NaNO_3 + 2H = NaNO_2 + H_2O$ gegeben, wobei noch dahingestellt bleiben muss, ob es sich dabei wirklich um ein Auftreten von nascirendem Wasserstoff oder nur um einen sonstigen Reductionsprocess handelt.

2. Jenes B. denitrificans ist eben wirklich nur im Stande, (1. Versuch) aus Nitrit Stickstoff freizumachen und nicht aus Nitrat, da ihm die Fähigkeit, Nitrat zu Nitrit zu reduciren, abgeht.

3. Kennen wir kein nitratvergährendes Bacterium, das nicht auch Nitrit zu denitrificiren vermag.

4. Lässt sich bei den bisher bekannten nitratvergährenden Arten stets die intermediäre Bildung von Nitrit nachweisen, das heisst, sie sind gleichzeitig mit der Fähigkeit Nitrat in Nitrit umzuwandeln, ausgestattet:

Versuch 3.

a) B. pyocyaneum Nitratbouillon b) B. Stutzeri	Gasbildung, Nitritreaction während des Vorganges.

Es empfiehlt sich also, in Zukunft Nitrit, nicht Nitrat zu nehmen, wenn man noch andere Mikroben aufsuchen will, welchen die Fähigkeit der Denitrification zukommt. Anderenfalls läuft man Gefahr, sich manches von diesen Lebewesen entschlüpfen zu lassen, nämlich alle die, welchen die Fähigkeit Nitrat zu Nitrit zu reduciren abgeht.

Die im Folgenden aufgeführten Versuche sind zwar im Interesse der Vollständigkeit alle gleichzeitig mit Nitrat und Nitrit angestellt worden. Der einfacheren Darstellung wegen führe ich aber nur die Letzteren an und schalte die Ersteren nur dort ein, wo ihnen ein besonderes Interesse zukommt.

Das Wesen der Denitrification besteht darin, dass die betreffende Bacterienzelle aus dem Nitrit den Sauerstoff entnimmt.

A. Hemmung der Denitrification durch reichlichen Sauerstoffzutritt.

Burri und Stutzer haben gezeigt, dass in Culturen, durch welche permanent Luft hindurch gesaugt wird, die Denitrification unterbleibt Dieser Einfluss des reichlichen Sauerstoffzutritts lässt sich aber auch in einfacherer Weise zeigen, wenn man nämlich, wie oben erwähnt, weitbauchige 200 ccm fassende Kölbchen mit etwa 10 ccm Nährlösung beschickt und diese impft, so dass die Oberfläche der Flüssigkeit im Verhältnis zu ihrer Tiefe überaus gross ist und reichlicher Sauerstoffzutritt ermöglicht ist.

Man könnte wohl einwenden, dass der grossen Oberfläche wegen die Gasbläschen leichter entweichen können und deshalb nicht sichtbar werden. Indessen dem ist nicht so, es findet eben thatsächlich keine Denitrification statt; es geht dies daraus hervor, dass das Nitrit nie aus der Nährlösung verschwindet:

Versuch 4.

a) B. pyocyaneum Nitritbouillon im Kölbchen b) B. denitrificans c) B. Stutzeri	Keine Gasbildung. Nitritreact. bleibt in maximaler Stärke erhalten noch nach 4 Wochen.

Nimmt man zu diesem Versuche Nitrat, so verschwindet dieses allerdings, aber nicht durch Denitrification; es findet sich nur in Nitrit umgewandelt, also die Nitritbildung geht nicht gleichzeitig verloren.[1])

Versuch 5.

a) B. pyocyaneum Nitratbouillon im Kölbchen b) B. Stutzeri	Keine Gasbildung. Nitrat in Nitrit umgewandelt u. dieses nach 4 Wochen noch erhalten.

B. Die in Rede stehenden Arten wachsen bei Sauerstoffabschluss in Bouillon gar nicht oder sehr schlecht, wohl aber, wenn die Bouillon Nitrit resp. Nitrat enthält.

Es lässt sich dies am einfachsten beobachten in Gährungskölbchen, bei denen man ja mit Th. Smith das Wachsthum

1) Hieraus scheint hervorzugehen, dass die Bildung von Nitrit aus Nitrat nicht auf einer directen Sauerstoffentnahme beruht.

im offenen Schenkel als aërobes, das im geschlossenen Schenkel als anaërobes bezeichnen kann.

Versuch 6.

a B. pyocyaneum Bouillon im Gährungskölbchen } Geschlossener Schenkel
b) B. denitrificans » » » } klar, offener trübe
c) B. pyocyaneum Nitritbouillon im Gährungskölbchen } Beide Schenkel
d) B. denitrificans » » » } trübe.

Um aber den Vorgang bei vollständigem Sauerstoffabschluss zu beobachten, habe ich folgenden Versuch gemacht:

Versuch 7.

a) B. pyocyaneum Nitritbouillon Wasserstoffatmosphäre,
b) B. Stutzeri » »
c) B. pyocyaneum » Sauerstoffabsorption durch Pyrogallussäure,
d) B. Stutzeri » » » »
zeigen eine viel intensivere Gasbildung als
e) B. pyocyaneum Nitritbouillon in gewöhnlicher Atmosphäre
f) B. Stutzeri.

Am eklatantesten aber beweist der folgende in grösserem Maassstabe angestellte Versuch, dass die in Rede stehenden Arten in einer Wasserstoffatmosphäre in gewöhnlicher Bouillon nicht oder so gut wie gar nicht wachsen, wohl aber, wenn die Bouillon Nitrit resp. Nitrat enthält.

Versuch 8.

Die anaerobe Züchtung geschah, wie oben beschrieben, in einem unter Wasser versenkten Exsiccatorgefäss, dessen Boden mit Pyrogallussäure und Kalilauge bedeckt und dessen Luft durch einen lange Zeit hindurchgeleiteten Wasserstoffstrom verdrängt war.

Tabelle I.

	Bouillon	1/10 proc. Nitritbouillon	1/4 proc. Nitratbouillon
B. pyocyaneum Prag	—	+	+
» » München	—	+	+
» » Königsberg	—	+	+
» » Heidelberg	—	+	+
» » Bonn	—	+	+
B. denitrificans	—	+	— [1]
B. Stutzeri	—	+	+

— bedeutet gar nicht oder sehr schlecht gewachsen und keine Gasbildung
\+ bedeutet gut gewachsen und Gasbildung.

1) B. denitrificans greift, wie oben eingehend erörtert, Nitrat nicht an.

Diese Wachsthumsbegünstigung in anaërober Cultur durch die Anwesenheit von Nitrit resp. Nitrat ist eine so in die Augen fallende, dass daraus nur der Schluss auf eine directe Sauerstoffentnahme gezogen werden kann. Während also bei reichlichem Sauerstoffzutritt das Nitrit auf die Wachsthumsüppigkeit nicht nur gar keinen Einfluss ausübt, sondern überhaupt nicht angegriffen wird, dient es bei Sauerstoffmangel als Sauerstoffquelle und ermöglicht ein sehr üppiges Wachsthum gegenüber der nitritlosen anaëroben Bouilloncultur.

Das Wesen der von Burri und Stutzer beschriebenen Symbiose ist also folgendermaassen auszudrücken: B. denitrificans ist nicht fähig anaërob zu wachsen, auch nicht, wenn die Nährlösung Nitrat enthält. Ist aber B. coli oder ein diesem gleichwerthiges Bacterium in der Cultur, das fähig ist, aus Nitrat Nitrit zu bilden, so schafft es hierin dem B. denitrificans eine Sauerstoffquelle und ermöglicht ihm Leben und Wachsthum.

Die Denitrification stellt sich also jetzt als ein überaus einfacher und durchsichtiger Vorgang dar: Die betreffende Zelle entnimmt aus dem $NaNO_2$-Molekül den Sauerstoff, das freigewordene NaOH erhöht entsprechend die Alkalescenz der Nährlösung und der Stickstoff entweicht in gasförmiger Gestalt.

Diese beiden letzten Punkte lassen sich quantitativ nachweisen, zunächst

C. die Erhöhung der Alkalescenz durch das freigewordene NaOH.

Bestimmt man nach abgelaufener Gasbildung die Alkalescenz der Nährlösung, so findet man sie höher als es dem in dem Nitrit resp. Nitrat enthaltenen Natrium entspricht. Es hat dies seinen Grund darin, dass die betreffenden Arten schon in gewöhnlicher Bouillon alkalische Stoffwechselprodukte liefern Zieht man aber von dem Alkalescenzgrade der vergohrenen Nitrit resp. Nitratbouillon den Alkalescenzgrad der gewöhnlichen Bouilloncultur ab, so erhält man grade diejenige Alkalescenzstärke, welche dem im Nitrit resp. Nitrat enthaltenen Na entspricht:

Versuch 9.

a) Je drei Gläschen zu 10 ccm gewöhnliche Bouilloncultur von B. pyocyan. München	= 0,5 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge,
b) Je 3 Gläschen zu 10 ccm Nitratbouillon ($^1/_4$%) von B. pyocyan. München	= 3,5 » $^1/_{10}$ »
Differenz	= 3 ccm $^1/_{10}$ Normalnatronlauge
Dies entspricht	= 0,012 NaOH,
und in 10 ccm $^1/_4$ proc. Nitratbouillon waren enthalten	= 0,01176 »

Dieser Versuch wurde auch noch in folgender Weise modificirt:

8,5 g $NaNO_3$ wurden aufgelöst in 40 ccm destill. Wasser. Davon wurde 1 ccm zu 9 ccm Bouillon in Röhrchen a gethan, so dass das hierin enthaltene Na = 1 ccm einer $^1/_4$ Normalnatronlauge = 2,5 ccm einer $^1/_{10}$ Normalnatronlauge entsprach. Röhrchen b wurde gefüllt mit 9 ccm Bouillon ohne Nitrat + 1 ccm dest. Wasser, beide geimpft mit B. pyocyan. München. Nach abgelaufener Gährung zeigt

Röhrchen a	eine Alkalescenz	= 2,8 ccm einer $^1/_{10}$ Normallauge,
» b	»	= 0,3 » » » »
	Differenz	= 2,5 ccm einer $^1/_{10}$ Normallauge.

D. Quantitativer Nachweis des freigewordenen Stickstoffs.

Versuch 10.

Ich stellte mir zunächst eine stickstofffreie Nährlösung von folgender Zusammenstellung her:

NaCl	1,0,
Glycerin	8,0,
Neutrales Natriumphosphat	0,5,
Aq. destill.	200,0.

In ein 175 ccm fassendes Kölbchen wurden dann 0,75 g Ammoniumnitrat gethan und dieses Kölbchen vollständig mit jener Nährlösung gefüllt, so dass es als einzige Stickstoffquelle und als einzige denitrificationsfähige Substanz eben nur 0,75 g Ammoniumnitrat enthielt. Das Ganze wurde dann sorgfältig sterilisirt und mit B. pyocyan. München geimpft. Die übrige Vorrichtung dieses Gährungsapparates wurde so gewählt, dass sich das entwickelte Gas über Kalilauge anhäufen musste.

Nach 8 Tagen war bei Brütofentemperatur die Gasbildung abgelaufen und etwa 20 ccm Flüssigkeit aus dem Kölbchen

geschwunden. Damit nun nicht etwa noch ein wenig denitrificationsfähiges Material wegen Erschöpfung des anderen Nährsubstrats im Kölbchen zurückbliebe, wurde dasselbe mit jener stickstofffreien Nährlösung wieder vollauf gefüllt und wieder in den Brutofen gestellt. Es trat aber keine Gasbildung mehr ein, alle denitrificationsfähige Substanz musste also verschwunden sein.

Die Analyse der Culturflüssigkeit und des entwickelten Gases ergab nun folgendes Resultat:

Flüssigkeitsmenge 170 ccm, Reaction schwach alkalisch, kein Nitrit und kein Nitrat. Ammoniak nachgewiesen mit Nessler's Reagens.

Der quantitative Ammoniaknachweis ergab:

in 10 ccm Flüssigkeit . . . . 0,009 NH_3
in 170 ccm . . . . **0,153** NH_3.
In den 0,75 g Ammoniumnitrat
der Nährlösung waren enthalten **0,159375** NH_3.

Von dem hinzugesetzten Ammoniak fand sich also fast die ganze Menge wieder bis auf jene wenigen Milligramm, welche die Bacterien zum Aufbau ihrer Leibessubstanz verbraucht hatten.

Die Menge des aufgefangenen Gases betrug reducirt auf 0° und 760 mm . . . . **100 ccm**
In den 0,75 g Ammoniumnitrat waren enthalten . . . . **104,5 Salpeter-N.**

Dieses Gas konnte keine Kohlensäure sein, denn es war über Kalilauge aufgefangen worden. Es konnte kein Sauerstoff sein, da es von Pyrogallussäure und Kalilauge nicht absorbirt wurde. Es konnte kein N_2O sein, denn es wurde von Alkohol nicht absorbirt und es konnte kein Wasserstoff sein, da es sich mit Sauerstoff nicht verbrennen liess.

Einfluss von Säure und Alkali auf die Denitrification.

Es handelt sich also bei der Denitrification um einen der elementarsten Vorgänge des Zelllebens, um die Sauerstoffaufnahme. Es war nun interessant nach Faktoren zu suchen, unter

deren Einfluss dieselbe Schwankungen erleidet, hat man doch hier in der mit der Sauerstoffentnahme parallel gehenden Stickstoffgasentwicklung eine sicht- und messbare Grösse hierfür.

Die Hemmung der Denitrification durch reichlichen Luftzutritt ist ja jetzt ohne weiteres verständlich; — warum sollte denn aus dem Nitrit der gebundene Sauerstoff entnommen werden, wenn er so reichlich in freiem Zustande zur Verfügung steht?

Von den bisherigen Beobachtern dieses Vorganges war indes angegeben worden, dass sowohl Säuren wie Alkalien auf ihn einen hemmenden Einfluss ausüben. Ich habe nun an B. pyocyaneum sowohl als auch an dem von Burri und Stutzer bisher nur symbiotisch mit B. coli geprüften Stäbchen den Einfluss von Säure und Alkali nachgeprüft.

Versuch 11.

Die Züchtung geschah in Reagenzgläschen, welche mit je 10 ccm Nitrit- resp. Nitratbouillon gefüllt waren. Die steigenden Säure- resp. Alkalescenzgrade wurden erreicht durch Hinzufügung der entsprechenden Menge einer $^1/_5$-*Normalschwefelsäure* resp. einer $^1/_5$-*Normalnatronlauge*. In der folgenden Tabelle sind die Grade in Normallösung pro 100 ccm Bouillon ausgedrückt.

Hieraus (Tabelle S. 287) geht nun Folgendes hervor:

1. Nitrit wirkt schon in schwach saurer Nährlösung als Gift; in einer sauren Nitritlösung kann also die Denitrification überhaupt nicht vor sich gehen.

2. Die ursprünglich saure Nitratlösung wird durch B. pyocyaneum neutral bis schwach alkalisch; dann findet erst Denitrification statt.

3. Mit steigender Alkalescenz nimmt die Wachsthumsintensität ab; die Denitrification hört aber erst bei demjenigen Alkalescenzgrade auf, bei welchem auch kein Wachsthum mehr stattfindet.

Es ist schon oben gezeigt worden, dass bei der Denitrification das Na des Nitrits frei wird und die Alkalescenz der Nährlösung entsprechend erhöht. Damit ist natürlich für die Vergährung grösserer Nitrit- resp. Nitratmengen eine bestimmte Grenze

(Fortsetzung des Textes auf Seite 288.)

Tabelle II.

B. pyocyaneum aus Prag in ½ proc. Nitrit- und Nitratbouillon mit steigender Alkalescenz und Acidität.

+ bedeutet vergohren = kein Nitrat und kein Nitrit.

		x ccm Normalschwefelsäure auf 100 ccm Bouillon				neutral	x ccm Normalnatronlauge auf 100 ccm Bouillon					
		2,0	1,5	1,0	0,5		1,0	2,0	3,0	4,0	4,5	5,0
Nitrat	Nach 1.24 St.	klar	klar	trübe	Schaum	trübe	Schaum	Schaum	klar	klar	klar	klar
	» 2.24 »	»	»	Schaum	»	Schaum	»	»	Schaum	»	»	»
	» 3.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	» 4.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	Schaum	»	»
	» 5.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	» 6.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	Schaum	»
	» 12.24 » Endresultat	Nitrat	Nitrat	+	+	+	+	+	+	+	+	Nitrat
Nitrit	Nach 1.24 St.		klar	klar	klar	trübe	Schaum	trübe	klar,	klar	klar	klar
	» 2.24 »		»	»	»	»	»	Schaum	Häutchen	»	»	»
	» 3.24 »		»	»	»	Schaum	»	»	trübe	trübe	»	»
	» 4.24 »		»	»	»	»	»	»	Schaum	»	»	»
	» 5.24 »		»	»	»	»	»	»	»	Schaum	trübe	»
	» 6.24 »		»	»	»	»	»	»	»	»	Schaum	»
	» 12.24 » Endresultat		Nitrit	Nitrit	Nitrit	+	+	+	+	schwache Nitrit-reaction	schwache Nitrit-reaction	Nitrit maximal

Tabelle III.

B. denitrificans Lehm. u. Neum. = B. denitrificans I Burri und Stutzer in ¼ proc. Nitritbouillon[1]) mit steigender Alkalescenz und Acidität.

+ bedeutet vergohren = alles Nitrit verschwunden.

Nach	x ccm Normal-schwefelsäure auf 100 ccm ¼ proc. Nitrit-bouillon		Neutral	x ccm Normalnatronlauge auf 100 ccm ¼ proc. Nitritbouillon						
	1,0	0,5		1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	5,5	6,0
1.24 St.	klar	klar	trübe	Schaum	Schaum	klar	klar	klar	klar	klar
2.24 »	»	»	Schaum	»	»	Schaum	»	»	»	»
3.24 »	»	»	»	»	»	»	Schaum	Schaum	»	»
4.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	trübe	»
5.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	Schaum	»
6.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
7.24 »	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
8.24 » End-resultat	Nitrit maximal	Nitrit maximal	+	+	+	+	+	+	+	Nitrit maximal

gegeben[2]); die Denitrification findet nur so lange statt, bis durch die zunehmende Alkalescenz das Wachsthum und Leben der betreffenden Bacterien unmöglich gemacht wird. Trifft man aber die Versuchsanordnung so, dass das freiwerdende Alkali neutralisirt wird, so kann man sehr grosse Nitritmengen zur Denitrification bringen und von einer Cultur in relativ wenig Nährsubstrat grosse Mengen Stickstoffgas erhalten:

Versuch 12.

Zu 50 ccm Bouillon wurde eine grössere ungewogene Menge Nitrat gethan.

Gährungskölbchen a wurde gefüllt mit 20 ccm dieser stark concentrirten Nitratbouillon und 5 ccm gewöhnlicher Bouillon. Impfung mit B. pyocyaneum.

Gährungskölbchen b wurde gefüllt mit 20 ccm jener stark concentrirten Nitratbouillon. In dieses Kölbchen wurde aber noch eine gewisse

---

1) Nur mit Nitrit, da ja Nitrat von B. denitrificans nicht angegriffen wird.

2) Diese Grenze lässt sich nach Tabelle II und III berechnen. Sie ist gegeben:

für B. denitrificans mit 4,15 g Natriumnitrit in 1000 ccm Bouillon,
» B. pyocyaneum » 3,45 » » » » » »
resp. » 4,25 » Natriumnitrat » » » »

Menge Harnsäure gethan, welche ungelöst im Knie des Kolbchens liegen blieb. Impfung mit B. pyocyaneum.

Nach abgelaufener Gährung waren in Kölbchen a, trotzdem es an Nährsubstrat besser gestellt war als b, nur 4 ccm Gas angesammelt, während in Kölbchen b der geschlossene Schenkel vollständig mit Gas gefüllt war. Hier war eben durch die Harnsäure eine zu hohe Alkalescenz verhindert worden, so dass ein längeres Wachsthum und damit auch eine weitergehende Denitrification ermöglicht war.

Zusammenfassung.

1. Gewisse Bacterien haben die Fähigkeit, bei Mangel an freiem Sauerstoff aus **$NaNO_2$** den **O** zu entnehmen. Das hierbei freiwerdende **NaOH** erhöht die Alkalescenz des Nährmediums, während der Stickstoff als Gas entweicht (Denitrification).

2. Von einigen Bacterien wird auch aus **$NaNO_3$** Stickstoff freigemacht. Dabei handelt es sich um zwei durchaus verschiedene Vorgänge, um die Bildung von Nitrit aus Nitrat, welche zahlreichen Mikroben zukommt, und um die eigentliche Denitrification.

3. Im Gegensatz zur eigentlichen Denitrification scheint die Bildung von Nitrit aus Nitrat nicht die Folge einer directen Sauerstoffentnahme von Seiten der Bacterienzelle zu sein.

4. Die von Burri und Stutzer beschriebene Symbiose zwischen ihrem B. denitrif. I und B. coli oder B. typhi besteht darin, dass eines der beiden letzteren aus Nitrat Nitrit bildet und dieses von dem ersteren denitrificirt wird.

5. Die Hemmung der Denitrification durch reichlichen Sauerstoffzutritt entspricht durchaus dem Wesen des Vorganges. Säuren und Alkalien wirken auf den Vorgang an sich nicht ein, natürlich aber auf das Leben und Wachsthum der betreffenden Bacterien.

Im Hinblick auf das nunmehr klargelegte Wesen des Denitrificationsvorganges erscheint ein von Burri und Stutzer gemachter Hinweis doppelt interessant, dass nämlich die von den Landwirthen schon lange geübte Bodendurchlüftung den Acker vor Stickstoffverlusten gegenüber den denitrificirenden Arten — und zwar allen bisher bekannten — zu schützen vermag.

Beim Abschluss dieser Arbeit sei es mir gestattet, meinem verehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. K. B. Lehmann an dieser Stelle meinen Dank abzustatten für die Ueberlassung des Themas und die vielfache Anregung und Unterstützung bei der Ausarbeitung, seinen Assistenten Herrn Dr. Neumann und Lang für gelegentliche Beihilfe.

Beiträge zur Frage der Differenzirung des Bacillus aërogenes und Bacillus coli communis.

Von

Dr. J. C. Th. Scheffer

aus Amsterdam.

(Aus dem Institut für Hygiene und Bacteriologie zu Strassburg i. E.)

Seitdem Escherich[1]) das constante Vorkommen des Bacillus aërogenes und des Bacillus coli communis nebeneinander im Säuglingsdarme nachwies, ist die Frage, ob eine Differenzirung dieser beiden in ihren biologischen und physiologischen Eigenschaften so sehr übereinstimmenden Mikroorganismen möglich sei, noch immer eine offene geblieben, obschon zahlreiche Untersucher sich bemüht haben, sie zur Lösung zu bringen. Die geringen morphologischen und culturellen Unterschiede beim Wachsthum auf verschiedenen Nährböden sind immer mit Recht als inconstante, von Zufälligkeiten abhängige Erscheinungen gedeutet worden, und in der dritten Auflage von Flügge's »Mikroorganismen«, finden wir noch von Kruse als »einzig durchgreifenden Unterschied« bezeichnet, dass die Angehörigen der Aërogenes-Gruppe unbeweglich, die der Coli-Gruppe beweglich seien. Diese Auffassung hat meines Erachtens etwas Gezwungenes an sich; das tritt deutlich hervor, wenn wir berücksichtigen, dass sie zu der Annahme eines Bacillus coli immobilis führt, während doch dies Bacterium abgesehen von seiner Unbeweglichkeit, wegen

1) Fortschritte der Medicin, 1885, Nr. 16 u. 17.

seiner sonstigen Eigenschaften vollkommen der Coli-Gruppe sich anpassen würde. Eine Methode, welche uns die Möglichkeit an die Hand gäbe, die beiden Arten von einander zu trennen, wäre also sehr erwünscht.

Während meines Aufenthaltes in Strassburg i. E. war ich in der Lage, dieser Frage etwas näher zu treten, und ich beabsichtige, die diesbezüglichen Untersuchungen hier mitzutheilen, welche ich unter der Leitung und mit der gütigen Unterstützung der Herren Professoren J. Forster und Dr. E. Levy anstellte. Für die freundliche Hilfe bei meiner Arbeit sage ich den genannten Herren meinen herzlichsten Dank.

Die Cultur, über welche ich verfügte, stammte von einem Bacterium, das kurze Zeit vorher von Dr. Hayo Bruns, Assistent am Institute, bei der Untersuchung einer diphtherischen Membran, isolirt worden war. Bevor ich nun zu meinen Experimenten überging, wurden alle gebräuchlichen Hilfsmittel herangezogen um die Sicherheit zu erlangen, dass keine Verwechslung mit einer anderen Bacterienart stattgefunden hatte und es sich wirklich um einen Bacillus aërogenes handelte.

Es war ein plumpes, kurzes Stäbchen mit abgerundeten Enden, dessen Grösse mit den verschiedenen Nährmedien etwas wechselte, im Durchschnitt aber von 0,5—1,0 μ lang, und 0,5—0,75 μ breit war. Auf festen Nährböden war, zumal in etwas älteren Culturen, häufig Fadenbildung zu sehen. Unser Bacillus war mit den gewöhnlichen Anilinfarben gut färbbar, entfärbte sich aber nach Gram. Im hängenden Tropfen auf dem heizbaren Objecttisch bei 30°—40° untersucht, stellte sich heraus, dass er der Beweglichkeit entbehrte. Allerdings wurde erst eine scheinbare geringe Eigenbewegung durch die Brown'sche Molecularbewegung vorgetäuscht; durch Zufügung einer Spur von verflüssigter Gelatine und Erwärmung des Objecttisches auf 30° wurde diese Bewegung jedoch gänzlich aufgehoben.

Die Prüfung des Wachsthums auf den verschiedenen künstlichen Nährmedien ergab folgende Resultate.

Gelatine-Stichcultur: Wachsthum in feinen Colonien längst des ganzen Impfstichs, wobei reichliche Gasblasenbildung

in der Tiefe stattfand. An der Oberfläche leicht erhabene, nagelkopf-förmige, grauweisse Colonie. Ziemlich constant war ein wenige Millimeter unter der Oberfläche sich bildender, opaker Ring, der auch von Wilde[1]) beschrieben und von ihm als eine durch das Ausfallen von Salzen bedingte Trübung, hervorgerufen durch eine Veränderung der Reaction der Gelatine, angesehen wird. Die letztere wird nicht verflüssigt. Auf der Gelatine-Platte: a) tiefgelegene, kreisrunde, stecknadelkopfgrosse, scharf abgegrenzte, gelblichgraue Colonien; b) oberflächliche, etwas grössere, leicht erhabene, porcellanweisse, ebenfalls scharf abgegrenzte, kreisrunde Knöpfchen; oder aber diese sind von einem gezackten, bei durchfallendem Lichte blau schimmernden Mantel umgeben, gerade so wie die Colonien des Bacillus coli communis. — Die Agarstrichcultur bildet einen ziemlich undurchsichtigen, grauweissen, dicken Belag, der an den Rändern ebenfalls irisirt. — Bouillon wird schnell stark getrübt; an der Oberfläche bisweilen Häutchenbildung, am Boden ein dickes, manchmal fadenziehendes Sediment. In älteren Culturen schwache Indolbildung. — Auf zuckerhaltigen Nährböden kommt der Bacillus sehr gut fort. In Traubenzucker-Agar-Stichcultur sehr starke Gasbildung bis zur Spaltung und Zerstückelung des Nährbodens. Die Strichcultur auf schrägerstarrtem Traubenzucker-Agar bildet einen dichten, grauen, undurchsichtigen Rasen. — Auf Kartoffeln ein bräunlich-gelber, dicker Belag; bisweilen Gasblasenentwicklung. — In Traubenzuckerbouillon kein Indol zu constatiren. — Milch wird unter Säurebildung coagulirt. — Lösungen von Trauben- und Milchzucker vergähren schnell. — Alle Culturen auf zuckerfreien Nährmedien verbreiten einen süsslichen, etwas unangenehmen Geruch.

Die morphologischen, tinctoriellen und culturellen Eigenschaften unseres Bacteriums stimmen also mit denjenigen des Bacillus aërogenes vollständig überein, ausgenommen die schwache Indolproduction in zuckerfreier Bouillon, welche mit den An-

1) Ueber den Bac. pneumoniae Friedländer's und verwandte Bacterien. Inaug.-Dissertat., Bonn, 1896, S. 28.

gaben, in den Handbüchern in Widerspruch steht. Namentlich Kruse behauptet nach den Untersuchungen Wilde's, dass keine Indolbildung stattfindet. Da ich aber nicht allein bei unserer, sondern auch bei einer aus dem Král'schen Institut in Prag stammenden Cultur, und drittens auch bei einem Aërogenes, welchen ich selbst aus Säuglings-Koth züchtete, jedesmal schwache Indolbildung in zuckerfreier Bouillon constatiren konnte, so muss ich daran festhalten, dass die Bildung von Indol unter Umständen wenigstens vorkommen kann.

Das Bacterium coli commune sowohl, als der Bacillus aërogenes kommen gewöhnlich im menschlichen Darmkanal vor, wo sie eigentlich unter anaëroben Verhältnissen leben. Sie werden denn auch allgemein als facultative Anaërobien angesehen, und es lag darum auf der Hand, den Einfluss des Sauerstoffmangels auf beide Bacterienarten in den verschiedenen Nährmedien zu prüfen. Wenn nämlich der Mangel an Sauerstoff für sie eine günstige Lebensbedingung darstellte, sie also nicht facultative Anaërobien, sondern vielmehr facultative Aërobien sein sollten, dann konnte man mit einiger Wahrscheinlichkeit erwarten, dass eventuelle Unterschiede beim anaëroben Wachsthum deutlicher hervortreten würden. Es wurden somit vom Bacillus aërogenes und einem frischen aus Fäces stammenden Bacillus coli communis Culturen angelegt in gleichzeitig angefertigter gewöhnlicher, und in Traubenzucker-Bouillon, auf schrägerstarrtem gewöhnlichem und auf Traubenzucker-Agar, und diese sowohl unter freiem Zutritt von Sauerstoff, als unter anaëroben Verhältnissen in Buchner'schen Röhrchen, bei 37° gezüchtet. Nach 48-stündigem Wachsthum wurden die Parallelculturen makroskopisch und mikroskopisch mit einander verglichen, Zählplatten gegossen und die eventuellen Differenzen in der Pathogenität geprüft. Hierbei stellte sich nun Folgendes heraus:

a) Beim Bacillus coli communis:

Makroskopisch kein Unterschied zwischen den aëroben und anaëroben Culturen. — Mikroskopisch: die Aërobien scheinen individuell etwas kräftiger entwickelt zu sein. — Indolreaction in beiden Bouillenculturen gleich stark; fehlt gänzlich in beiden

Traubenzuckerbouillonkulturen. Auf den Gelatineplatten, die mit einer Oese von 1,53 mg Fassungsvermögen der Bouillenculturen in 10 ccm verflüssigter Gelatine gegossen waren, entwickeln sich in beiden Fällen unzählbare Colonien.

Am 14. Dezember 96 werden 4 Kaninchen und 2 Meerschweinchen mit diesen Culturen geimpft.

Serie I.

Kaninchen A bekommt eine Injection in die Ohrvene von 1 ccm der anaëroben Bouilloncultur.

Kaninchen B bekommt eine Injection in die Ohrvene von 0,5 ccm der anaëroben Bouilloncultur.

Kaninchen C bekommt eine Injection in die Ohrvene von 1 ccm der aëroben Bouilloncultur.

Kaninchen D bekommt eine Injection in die Ohrvene von 0,5 ccm der aëroben Bouilloncultur.

Meerschweinchen a bekommt eine Injection intraperitoneal von 0,5 ccm der anaëroben Bouilloncultur.

Meerschweinchen b bekommt eine Injection intraperitoneal von 0,5 ccm der aëroben Bouilloncultur.

Am 15. XII. stirbt das Meerschweinchen b. Bei der Autopsie wird gefunden: Sero-fibrinöse Peritonitis, Pleuritis und Pericarditis; in der Milz, der Leber und in den Lungen mehrere grauweisse Heerdchen mit breiartigem Inhalt, welche eine Reincultur von Bac. coli communis enthalten. Die übrigen Thiere sind auch alle krank, erholen sich aber langsam wieder, mit Ausnahme von Kaninchen C, welches allmählich sehr abmagert und am 2. I. 97 stirbt. In der Leber werden einzelne, in den Lungen zahlreiche grauweisse Heerdchen constatirt, in welchen eine Reincultur von Bac. coli communis angetroffen wird.

b) Beim Bacillus aërogenes:

Auch hier ist makroskopisch kein evidenter Unterschied zu erkennen. — Nach Anfertigung von gefärbten Deckglaspräparaten[1]) tritt in den aus den Traubenzucker-Agarculturen

1) Auf Anregung des Herrn Professor Dr. E. Levy habe ich immer da, wo es sich um Vergleichung von zwei Präparaten handelte, von beiden Culturen auf ein Deckgläschen neben einander verrieben, unter

gefertigten eine eclatante Differenz in der Grösse der einzelnen Bacterien zu Tage: die anaërob gewachsenen Bacillen sind 2 bis 4 mal länger und auch etwas breiter als die Aërobien. Während die letzteren nach Messung einer grösseren Zahl im Durchschnitt 1,0 μ lang und 0,6 μ breit erscheinen, erreichen die Anaërobien eine Durchschnittslänge von 2,4 μ und eine Dicke von 0,8 μ; manche sind 3—4 μ lang und zumal in etwas älteren Culturen werden häufig längere Fäden angetroffen. In den zuckerfreien Nährmedien ist ein solcher Unterschied nicht vorhanden.

Um zu prüfen, ob auch eine numerische Differenz beim aëroben und anaëroben Wachsthum constatirt werden könnte, wurden von den Bouillonculturen Gelatineplatten gegossen mit der gleichen Oese von 1,53 mg Capacität und zwar drei Verdünnungen. Nach 48 Stunden befanden sich auf der 3. Platte, aus der aërob gewachsenen Cultur angefertigt, 278, und auf der Parallelplatte mit den Anaëroben 544 Colonien, also ungefähr die doppelte Zahl.

In den gewöhnlichen (Pepton-) Bouillonculturen ist eine schwache Indolbildung nachzuweisen, in der anaërob gewachsenen Cultur etwas stärker als in der der Aërobien. Sie fehlt aber gänzlich in beiden Traubenzuckerbouillonculturen.

Am 17. XII. 96 werden 4 Meerschweinchen geimpft:

Serie II.

Meerschweinchen c bekommt intraperitoneal 0,5 der aërob gewachsenen Bouilloncultur.

Meerschweinchen d bekommt intraperitoneal 0,25 der aërob gewachsenen Bouilloncultur.

Meerschweinchen e bekommt intraperitoneal 0,5 der anaërob gewachsenen Bouilloncultur.

Meerschweinchen f bekommt intraperitoneal 0,25 der anaërob gewachsenen Bouilloncultur.

Offenlassen einer freien Zone zwischen beiden. Dieser kleine Kunstgriff erleichtert die Vergleichung unter dem Mikroskope ausserordentlich, und bietet ausserdem noch den Vortheil, dass man ganz sicher ist, die beiden Präparate in vollkommen derselben Weise behandelt (gefärbt, entfärbt etc.) zu haben. Um Verwechselung der Präparate vorzubeugen, bringt man an einem derselben auf dem Deckglas mit dem Glasstift einen kleinen Strich an.

Vormittags, den 18. XII. 96, ist Meerschweinchen e gestorben und wird sofort secirt: Hämorrhagisch-fibrinöse Peritonitis, Pleuritis und Pericarditis. Leber wie besäet mit zahlreichen, grauweissen, etwas sich über der Oberfläche erhebenden Heerdchen, deren dicker, breiartiger Inhalt kurze, plumpe Stäbchen in Reincultur enthält. Auch in der vergrösserten Milz und in den Lungen werden solche Heerdchen, jedoch spärlich, angetroffen.

Die übrigen Thiere erkrankten leicht, erholten sich aber bald vollständig.

Diese ganze Versuchsreihe wurde am 6. I. 97 wiederholt, und es ergab sich dabei Folgendes:

Wie in dem ersten Versuche: ein evidenter Unterschied in Wachsthums-Energie zu Gunsten der Anaërobien auf Traubenzucker-Agar; auf den Gelatineplatten wieder ungefähr die doppelte Zahl Colonien aus der bei Sauerstoffmangel gezüchteten Bouilloncultur. Vier frische junge Meerschweinchen (Serie III, g--j) werden mit 0,5 und 0,75 ccm der aërob und der anaërob gewachsenen Traubenzuckerbouillonculturen intraperitoneal geimpft. Sie bleiben alle am Leben. Die Virulenz erscheint also abgeschwächt, und es wird versucht, sie mittelst Passage durch den Thierkörper wieder zu verstärken. Desswegen bekommt ein Meerschweinchen (i) eine Einspritzung in die Bauchhöhle von 1 ccm Traubenzuckerbouilloncultur, in welcher noch eine ganze abgeschabte Traubenzucker-Agarcultur aufgeschwemmt wird. Dieses Thier wird am folgenden Morgen todt in seinem Käfige gefunden und secirt Aus der Peritonealflüssigkeit werden verschiedene Culturen angelegt und diese während 48 Stunden unter aëroben und anaëroben Verhältnissen bei 37° cultivirt. Dann werden aus den gut angegangenen Traubenzuckerbouillonculturen vier Meerschweinchen (Serie IV k—n) mit 0,5—1,0 ccm intraperitoneal inficirt und Zählplatten angefertigt. Die Thiere bleiben alle gesund. Die Zahl der Colonien auf der Platte aus der anaëroben Cultur beträgt 2062 gegen 1839 auf der Aërobienplatte. Zum dritten Male ergibt sich hier eine sehr deutliche Grössendifferenz zwischen den aërob und den anaërob gezüchteten Traubenzucker-Agar Strichculturen.

Da bei dem letzten Inficirungsversuche immer Culturen in Traubenzucker-haltigen Nährmedien gebraucht wurden, so konnte man daran denken, dass durch den Zuckergehalt dieser Nährböden die Virulenz ungünstig beeinflusst worden sei. Deshalb wurde noch eine weitere Anzahl Meerschweinchen (Serie V, o—r) mit 0,5 und 1,0 ccm der aëroben und anaëroben Pepton-Bouillonculturen intraperitoneal geimpft; jedoch ebenfalls ohne Resultat. Diese Thiere starben sogar nicht, als sie, zwei Tage nachher, 1 ccm steriler Bouillon, in welcher 3 Oesen = 4,5 mg einer gewöhnlichen Agarstrichcultur vertheilt sind, in die Bauchhöhle eingespritzt bekommen. — Noch wiederholte Male wurde vergebens versucht, die Virulenz auf diesem Wege zu erhöhen; weder die Passage durch den Meerschweinchenkörper, noch die durch Kaninchen war im Stande die Culturen virulenter zu machen, so dass die Versuche in dieser Richtung eingestellt werden mussten.

Bis jetzt hatte sich also bei obigen Experimenten Folgendes herausgestellt:

1. eine constante, sehr auffallende Vergrösserung der unter Sauerstoffmangel auf Traubenzucker-Agar gewachsenen Bacillen, gegenüber den bei O Zutritt auf demselben Nährboden gezüchteten. (Fig. I und II.) Ganz analog verhielt sich eine anaërobe Kartoffelcultur. In Parallelculturen vom Bac. coli communis und vom Typhusbacillus wurde diese Erscheinung vollkommen vermisst. Je länger unsere Bacillen unter anaëroben Verhältnissen gewachsen waren, um so schärfer trat der Unterschied in der Grösse hervor (Fig. III). Wurden diese grossen anaërob gewachsenen Mikrobien auf frische Traubenzucker-Agar übergeimpft und unter Zutritt von Sauerstoff weiter gezüchtet, so brauchten sie 3—4 Generationen, um wieder zu ihrer ursprünglichen Form zurückzukehren.

Die Frage, ob wir es hier mit einer Form der Involution, oder mit einem »Riesenwuchs« im Sinne Escherich's zu thun haben, muss einstweilen unentschieden bleiben. Für erstere Annahme spricht das Vorkommen von zahlreichen, oft sehr langen Fäden ohne erkennbare Segmentation (Theilungshemmung)

und die verminderte oder wenigstens ungleichmässige Färbung der Bacterienleiber (Fig. II und III). Das numerische Ueberwiegen der anaëroben Culturen ist dagegen mit dieser Auffassung in Widerspruch, da es schwerlich mit einer Degeneration oder Wachsthumshemmung übereinzubringen ist.

2. Liess sich eine grössere Anzahl Colonien auf den Zählplatten aus den anaërob gezüchteten Traubenzuckerbouillonculturen constatiren. Bei Controllversuchen mit Coli- und Typhusbacillen konnte eine Differenz in dieser Hinsicht nicht beobachtet werden.

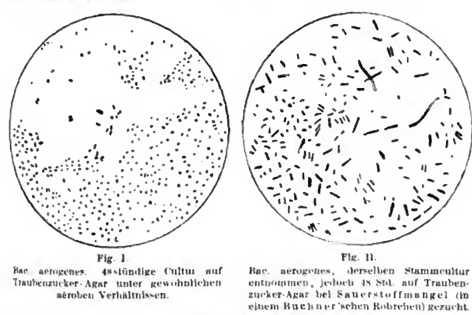


Fig. I.
Bac. aerogenes. 48stündige Cultur auf Traubenzucker-Agar unter gewöhnlichen aëroben Verhältnissen.

Fig. II.
Bac. aërogenes, derselben Stammcultur entnommen, jedoch 48 Std. auf Traubenzucker-Agar bei Sauerstoffmangel (in einem Buchner'schen Röhrchen) gezucht.

Leitz. Oc. 2. Oel-Immers. 1/12. Vergrösserung 600.

Was die Unterschiede in der Virulenz anlangt, so schienen die beiden ersten Versuchsreihen darauf hinzudeuten, dass die aërob gewachsenen Coli-Bacillen stärker virulent seien, als die anaërob gezüchteten, während dieses Verhältnis beim Bac. aërogenes gerade umgekehrt war. Da dies aber sehr wohl von Zufälligkeiten abhängig gewesen sein kann, und eine Verfolgung dieser Untersuchungen an der Abschwächung der Virulenz unserer Culturen scheiterte, so darf hieraus natürlich kein Schluss gezogen werden.

Es wurde nun ein anderer Weg eingeschlagen, um die uns beschäftigende Frage zu lösen. Durch intraperitoneale Injection

von allmählich steigenden Dosen versuchte ich, einige Meerschweinchen gegen Bacillus aërogenes und andere gegen Bacillus coli communis zu immunisiren. Für die Immunisation gegen Aërogenes wurden die Thiere, welche bereits bei den vorherigen Versuchen mit diesem Bacterium geimpft waren, weiter gebraucht. Jeden fünften Tag, wenn sie sich vollkommen wieder erholt hatten, wurde ihnen je 0,5 ccm einer 48stündigen Bouilloncultur mehr intraperitoneal injicirt bis sie 3, event. 3,5 ccm gut aushielten. Die Thiere, welche gegen Bac. coli communis immun gemacht werden sollten, bekamen das erste Mal 0,3 ccm einer

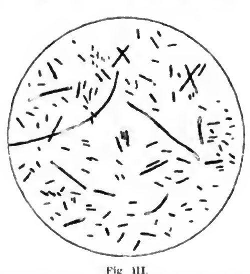


Fig. III.

Bac. aerogenes, ebenfalls derselben Stammcultur entnommen und 11 Tage auf Traubenzuckeragar bei Sauerstoffmangel gezüchtet.

Leitz. Oc. 2. Oel-Immers. 1/12. Vergrosserung 600.

48stündigen Coli-Bouilloncultur in die Bauchhöhle eingespritzt. Drei Tage später bekamen sie 0,5 ccm u. s. w.. bis sie 1,25 ccm intraperitoneal ohne Nachtheil ertrugen. Zum Schluss wurden ihnen noch 2 Oesen einer 48stündigen Agarcultur, in 1 ccm steriler Bouillon aufgeschwemmt, subcutan injicirt. Die minimale tödtliche Dosis unserer Coli-Culturen bei intraperitonealer Einverleibung wurde auf 1,0 ccm einer 48stündigen Bouilloncultur festgestellt.

Als wir so über eine Anzahl gegen Bacillus aërogenes und coli communis immunisirter Meerschweinchen verfügten, wurden 4 der ersten Reihe mit 1,0 ccm einer 48stündigen Coli-Bouillon-

cultur intraperitoneal injicirt mit dem Erfolge, dass 3 dieser Thiere am folgenden Morgen todt gefunden wurden, während das vierte wohl erkrankt war, doch sich langsam wieder erholte.

Durch dieses Experiment war es schon im hohen Maasse wahrscheinlich geworden, dass der Bacillus coli communis und der Bacillus aërogenes zwei von einander verschiedenen Bacterienarten angehörten. Man ist nicht in der Lage, mit Aërogenes gegen die minimale letale Dosis von Coli zu immunisiren.

Eine weitere Befestigung dieses Befundes wurde nun durch die Pfeiffer'sche Immunitäts-Reaction, sowie durch die Gruber-sche Agglutinations-Probe geliefert.

Die Pfeiffer'sche Reaction wurde in folgender Weise angestellt. Ein Meerschweinchen, welches allmählich steigende intraperitoneale Injectionen von Aërogenes-Bouillonculturen bis 3,5 ccm gut vertragen hatte, und zum Schluss noch mit 3 Oesen einer 48stündigen Agarcultur, aufgeschwemmt in 1 ccm steriler Bouillon, subcutan geimpft war, wird sieben Tage nach dieser letzten Behandlung mit Aether narcotisirt; die Bauchhaut wird geschoren und desinficirt und die Bauchdecken werden in der Linea alba in 1 cm Ausdehnung bis auf das viscerale Blatt des Peritoneums gespalten. Nun wird 1 ccm steriler Bouillon, in welcher 1 Oese einer 24stündigen Coli-Agarcultur verrieben ist, nach Prüfung der Beweglichkeit der Bacillen in die Bauchhöhle eingespritzt und mittelst einer dünnen Glascapillare nach 1, 5, 10, 30 und 60 Minuten das viscerale Blatt des Peritoneums durchstossen, etwas Peritonealflüssigkeit aufgesogen und unter dem Mikroskop untersucht. Es zeigt sich dabei immer, selbst noch nach einer Stunde, dass die Coli-Bacillen reichlich im Transsudat vorhanden und stets gut beweglich waren. Dagegen waren bei einem gegen Bacillus coli communis immunisirten Meerschweinchen, welches in gleicher Weise behandelt wurde, die eingespritzten Coli-Bacillen schon nach 10 Minuten gänzlich in glänzende kleine Kügelchen aufgelöst. Es war nach dieser kurzen Zeit kein einziger Bacillus mehr zu sehen.

Zur Ausführung des Gruber'schen Agglutinationsversuches wurden bei einem gegen Aërogenes, und bei einem gegen Coli immunisirten Meerschweinchen die Carotis blossgelegt, aus derselben ca. 3 ccm Blut entnommen und in sterilisirten Röhrchen aufgefangen. Die Röhrchen wurden auf ein schiefes Brett gelegt und die Auspressung des Serums abgewartet. Nachdem sich dieses abgeschieden hat, wird zur mikroskopischen Untersuchung ein hängender Tropfen einer frischen Coli-Aufschwemmung (1 Oese einer 24 stündigen Coli-Agarcultur in 1 ccm steriler Bouillon) mittelst der Platinnadel mit einer minimalen Menge Serums des gegen Aërogenes immunisirten Thieres beschickt. Die Coli-Bacillen bleiben gut beweglich und ballen sich nicht zu Häufchen zusammen. Umgekehrt tritt sofort deutliche Häufchenbildung und Unbeweglichkeit ein, wenn dem hängenden Tropfen statt Aërogenes-Serum, eine Spur Serum eines gegen Coli immunisirten Thieres hinzugefügt wird. — Behufs Anstellung der makroskopischen Reaction werden vier Röhrchen, welche genau 5 ccm steriler Bouillon enthalten, mit 6, 4, 2 und 1 Tropfen Aërogenes-Serum, und 4 andere Röhrchen mit der gleichen Zahl Tropfen Coli-Serum beschickt; dann alle 8 Röhrchen mit einer Oese einer 24 stündigen Coli-Agarcultur geimpft und zusammen mit einem Controllröhrchen (5 ccm steriler Bouillon mit 1 Oese Coli-Agarcultur geimpft, ohne Serumzusatz) in den Brutschrank bei 37 ° gestellt.

Nach 16 Stunden ist das Resultat folgendes:

Röhrchen beschickt mit	6 Tropfen Verhältn. 1:16	4 Tropfen 1:25	2 Tropfen 1:50	1 Tropfen 1:100
Coli-Serum	+	+	+	–
Aerogenes-Serum . .	–	–	–	–

d. h., dass in den Röhrchen mit Coli-Serum, bis zu einem Verhältnisse von 1 Theil Serum auf 50 Theile Colibouilloncultur, deutliche Agglutination (flockiges Depot am Boden des Reagenzglases, vollkommen klare Bouillon darüber) auftrat, während in den Reagenzgläsern mit Aërogenes-

Serum nichts von dieser Erscheinung zu erkennen war, und die Bouillon ebenso stark getrübt sich zeigte wie in dem Controllröhrchen ohne jeglichen Serumzusatz.

Da die Pfeiffer'sche und die Gruber'sche Reaction bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse als die beiden sichersten Verfahren zur Differencirung von einander ähnlichen Bacterien angesehen werden müssen, so meine ich, durch die oben angeführten Experimente, so weit diess bis jetzt möglich ist, bewiesen zu haben, dass der Bacillus aërogenes und der Bacillus coli communis zwei verschiedene Bacterien darstellen und nicht miteinander identificirt werden dürfen.

Strassburg, 26. Februar 1897.

Studien über die Production von Schwefelwasserstoff, Indol und Merkaptan bei Bacterien.

Von

Dr. **Max Morris**
in Berlin.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

I. Schwefelwasserstoff.

Die Schwefelwasserstoffproduction durch Bacterien wird nachgewiesen durch den charakteristischen Geruch und durch die Bräunung oder Schwärzung von in das Culturgefäss eingehängtem Bleipapier. Dass der Nachweis durch den Geruchssinn bei minimalen Mengen von H_2S unzureichend ist, leuchtet ein. Aber auch bei Vorhandensein einer genügenden Quantität von H_2S kann das Urtheil des Geruchssinns durch das gleichzeitige Vorhandensein anderer riechbarer Gase ins Schwanken kommen. Zuverlässiger ist die Reaction am Bleipapier. Indessen muss der von einer Cultur entwickelte H_2S die Verdünnung durch die Luft des Reagensglases erleiden, ehe er mit dem Papier in Berührung kommen kann. Eine Methode, die das Reagens in unmittelbare Berührung mit den Bacterien bringt, wird ceteris paribus die Vermuthung grösserer Schärfe für sich haben.

Fromme[1]), der unter Leitung von Rubner arbeitete, hat deshalb empfohlen, der Gelatine Eisentartarat zuzusetzen. Die Schwärzung durch das sich bildende Eisensulfid zeigt dann die

---

1) Dissert., Marburg, 1891. — Ref. Centralbl. f. Bact., Bd. 12, S. 274.

Gegenwart von H_2S an. Zur Verwendung des Eisensalzes wurde Fromme wohl durch die Befürchtung veranlasst, dass Bleisalze für die Bacterien giftig sein könnten. Der Versuch hat mir nun gezeigt, dass das nicht der Fall ist. Setzt man dem fertigen Agar Bleizuckerlösung hinzu, so erhält man ein Gemisch von weisser Farbe, an welcher auftretende Schwärzung oder Bräunung sich vortrefflich erkennen lässt. Ich möchte das Verhältnis von 1 g Bleizucker auf 1 l Agar vorzugsweise empfehlen. Auf diesem Bleiagar wuchsen alle geprüften Bacterien in vortrefflicher Weise. Wählt man stärkere Concentrationen, so scheidet sich häufig ein Theil des Bleis unter Mitreissung anderer Stoffe aus dem Agar als weisser Bodensatz ab. Bleigelatine empfiehlt sich weniger — die Reaction kommt zögernd und nicht so deutlich zu Stande. Bleibouillon ist ganz unbrauchbar, da sofort reichliche Abscheidung von Bleiverbindungen als Bodensatz eintritt.

Bleizuckeragar im Verhältnis von 1:1000 stellt also das normale Reagens vor.

Der Eintritt und die Stärke der Reaction gehen der Schnelligkeit des Wachsthums und der Stärke der H_2S-Bildung proportional. Die Schwärzung tritt im Brütschrank längs des Impfstichs bei schnell wachsenden und reichlich H_2S producirenden Arten schon nach 12 Stunden auf. An der Oberfläche der Cultur kommt die Schwärzung theils unvollkommen, theils gar nicht zu Stande wegen Oxydation des H_2S. Es ist deshalb empfehlenswerth, das Impfmaterial in das Bleiagar tief einzustechen. Ausser am Impfstich erscheint die Reaction vorzugsweise am Condensationswasser. Hier kann man sie also auch bei streng aëroben Arten gut beobachten. Bei reichlich H_2S producirenden Arten wie Proteus, Typhus, Rotz wird der ganze Nährboden mit Ausnahme der oberflächlichsten Schicht in eine tintenschwarze Masse verwandelt. Die Schwärzung bleibt einige Wochen bestehen und verschwindet dann allmählich — vermuthlich durch Eindringen von Luft und eintretende Oxydation des PbS.

Die folgenden Bacterien ergaben, auf Bleizuckeragar geprüft, deutliche H_2S-Reaction. (Die Zeit des Eintritts ist daneben in

Tagen angegeben. Die pathogenen Bacterien wurden bei 37°, die anderen bei Zimmertemperatur gezüchtet. Die gesperrt gedruckten Arten sind starke H_2S-Bildner):

Typhus	1
Rotz	2
Rhinosclerom	1
Cholera	1
Staphylococcus aureus	1
Swine plague	4
Bact. coli commune	2
Bact. coli anindolicum Lembke	2
Bact. coli anaërogenes Lembke	3
Bac. typh. mur.	4
Deutsche Schweineseuche	2
Bac. capsul. Pfeiffer	4
Hühnercholera	12
Actinomyces	8
Proteus vulg.	1
Proteus mirabilis	2
B. hydrosulf. Zörkendörfer α bis γ[1])	1—2
B. hydrosulf. $\varkappa$	10
V. aquatilis	3
Pyocyaneus	3
V. Dunbar	3
Rother Kieler B.	2
B. oogenes fluor. δ Zörkendörfer	3
Fluor. non liquef.	2
Fluor. liquefaciens	10
Trommelschläger-Bac.	4
B. misotherm. caps. (Herzfeld und Herrmann)	4
Deneke	4
V. Berolinensis	2
V. Metschnikoff	2
Finkler	9

1) Archiv für Hygiene, Bd. 16, 1893.

Megaterium	2
V. Weibel	16
B. Zopfii	6
Spirill. concentric.	17
Hellgelb-weisse Sarcine	21
Blaue Milch (schwach)	30
Prodigiosus (schwach, producirt auf Bleiagar keinen rothen Farbstoff)	30
Rother Kartoffelbacillus (schwach)	30
Weisser Coccus aus Luft	57
V. Massauah (Zeitangabe versehentlich unterlassen)	
Orange-Sarcine »	

Die Reaction blieb aus bei:

Milzbrand, Diphtherie, Violaceus, Tetragenus, Subtilis, Mycoides, gelbe Sarcine, Spirillum rubrum, Bac. ac. lactici; ferner bei Mucor mucedo, Mucor corymbifer, Aspergillus fumigatus, Oidium lactis, rosa Hefe.

Zweifelhaft blieb sie bei Micrococcus agilis, der auf dem Bleiagar mit schmutzig braunrother Farbe wuchs.

Die Resultate stimmten mit denen, die bei Controlversuchen mit Bleipapier erhalten wurden, im Allgemeinen überein, nur dass schwache H_2S-Bildung mit Bleiagar leichter nachzuweisen war, als mit Bleipapier. Eine Ausnahme bildete Tetragenus, der mit Bleipapier die Reaction gab, aber nicht auf Bleiagar.

Die Angabe von Petri und Maassen[1]), dass ungefähr alle Bacterien H_2S produciren, wenn sie in Nährböden von erhöhtem Peptongehalt gezüchtet werden, konnte ich nicht bestätigen. Bei Milzbrand, Mycoides und Subtilis ist es mir trotz häufiger Wiederholung der Versuche weder mit Bleiagar von 5 und 10% Gehalt an Pepton, noch durch genaue Wiederholung des Verfahrens von Petri und Maassen (Bouillonkölbchen mit 3, 5 und 10% Pepton, Bleipapierröllchen zwischen einem unteren und oberen Wattepfropf) gelungen, H_2S nachzuweisen. Auch mit eingehängtem Bleipapier bei erhöhtem Peptongehalt der Bouillon erhielt

1) Arbeiten aus dem Kais. Ges.-Amte, Bd. 8, 1893, S. 326, 338 ff.

ich bei den obengenannten Bacterien negative Resultate. Eine Erklärung dieses Widerspruchs kann ich nicht geben. Dagegen stimmen meine Ergebnisse sehr gut mit denen von Stagnitta-Balistreri[1]) überein.

II. Indol.

Um bei dem Bact. coli commune, als einer Bacterienspecies, welche als typischer und kräftiger Indolbildner bekannt ist, den zeitlichen Verlauf der Indolbildung und ihre etwaige Abhängigkeit vom Peptongehalt und von der verwendeten Fleischart festzustellen, wurden Reagensgläser mit Rindfleisch-, Pferdefleisch-, und Fleischextractbouillon von ½, 1, 2,5 und 6% Peptongehalt beschickt. Von jeder dieser 12 Sorten waren 5 Gläser vorhanden. Je eines dieser Gläser wurde 10, 5, 3, 2, 1 Tag vor Anstellung der Indolprobe mit Bact. coli comm. geimpft, und dann wurden alle 60 bei 37° gehaltenen Gläser gleichzeitig auf Indol untersucht, indem zu jedem Röhrchen (ca. 10 ccm) zuerst 1 ccm einer wässerigen Lösung von Kaliumnitrit im Verhältnis von 1 : 5000 und dann einige Tropfen concentrirter Schwefelsäure hinzugefügt wurden. Es ergab sich, dass die Indolbildung proportional einerseits der Zeit und andererseits dem Peptongehalt vor sich geht. Ordnete man die Gläser gleichen Alters nach dem Peptongehalt, so ergab sich eine regelmässige Farbenscala und ebenso, wenn man die Gläser gleichen Peptongehalts nach dem Alter der Cultur ordnete. Da wo beide Bedingungen in ihrem Optimum zusammentrafen, bei den zehntägigen Culturen mit 6% Peptongehalt, wurde eine so intensiv dunkelkirschrothe Färbung erzielt, dass eine die Bouilloncultur um das Doppelte übertreffende Menge Amylalkohol bei kräftigem Ausschütteln nicht ausreichend war, den Farbstoff ganz aufzunehmen, sondern die Cultur auch dann noch roth gefärbt blieb.

Ein Einfluss der verwendeten Fleischsorten auf die Indolbildung war durchaus nicht wahrzunehmen;

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 16, 1892.

die Resultate waren bei Rindfleischbouillon ganz die gleichen wie bei Pferdefleisch- und bei Extractbouillon.

Nachdem so einige Bedingungen ermittelt waren, welche die Indolbildung beim Bact. coli comm. begünstigen, wurden diejenigen Bacterien, welche nach den bisherigen Angaben[1]) kein Indol bilden sollten — soweit sie mir zur Verfügung standen — unter Verwendung von Bouillon von 5 % Peptongehalt und nach 10- resp. 20tägigem Wachsthum noch einmal auf Indol untersucht. Es waren dies:

Typhus, Mäusesepticämie, Schweinerothlauf, Swine plague, deutsche Schweineseuche, Milzbrand, Friedländer, Diphtherie, Tetragenus, Streptococcus pyogenes, Pyocyaneus, Staphylococcus aur., Staphylococcus albus, Violaceus, Bact. phosphorescens, blaue Milch, Megaterium, Subtilis, B. oogenes fluor. δ Zörkendörfer, B. Zopfii, Spir. concentric., gelbe Sarcine, Bact. coli anindolicum (Lembke[2]), Bacillus enteritidis Gärtner[3]). Von diesen erwiesen sich Mäusesepticämie und Bact. coli anindolicum als starke Indolbildner. Die Culturen ergaben eine so starke dunkelkirschrothe Reaction, dass das zweifache Quantum Amylalkohol zur Aufnahme des gebildeten Nitrosoindols nöthig war. (Ich muss allerdings bemerken, dass die mir zur Verfügung stehende Mäusesepticämiecultur nicht im Stande war, Mäuse zu tödten, also eine Degeneration erlitten hatte.) Typhus, Swine plague, deutsche Schweineseuche, Violaceus, Bac. oog. fluor. δ, Friedländer, blaue Milch, Pyocyaneus, Milzbrand, gelbe Sarcine, ferner eine aus Koth gezüchtete weisse Hefe gaben schwächere, aber vollkommen deutliche Reaction. Die übrigen, nämlich Schweinerothlauf, Megaterium, Subtilis, B. Zopfii, Streptococcus pyogenes, Staphylococcus aureus und albus, Bac. enteritidis, Spirill. concentricum, Diphtherie, Tetragenus, Bact. phosphorescens gaben auch bei 10- und 20tägiger Cultivirung in Bouillon von 5 %

1) Kitasato, Zeitschr. f. Hyg., Bd. 7, 1889, S. 519; Lewandowsky, Deutsche med. Wochenschr., 1890, S. 1186.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. 27, 1896.

3) Die benützte Cultur war von Günther reingezüchtet bei Gelegenheit eines Falles von Fleischvergiftung. Archiv f. Hygiene, Bd. 28, 1897.

Peptongehalt keine Indolreaction. Die bei 20tägigem Wachsthum erhaltenen Resultate waren die gleichen wie bei 10tägigem; es ist also unnöthig, länger als 10 Tage zu cultiviren.

Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, dass die Fähigkeit zur Indolbildung unter den Bacterien verbreiteter ist, als bisher angenommen wurde. Dagegen bleibt die Anschauung bestehen, dass die Bacterien in Indol bildende und nicht bildende zerfallen. Möglich wäre es allerdings, dass durch künftige Ermittelung weiterer für die Indolproduction förderlicher Momente oder Verfeinerung der Nachweismethode, die bis jetzt noch als anindolisch zu bezeichnenden Bacterien in die Reihe der schwachen Indolbildner überträten, der Unterschied also aus einem principiellen zu einem graduellen würde. An der oft bestätigten Thatsache, dass der Typhusbacillus in der gewöhnlichen Bouillon von 1% Peptongehalt in 1—2 Tagen kein Indol bildet, und an der diagnostischen Bedeutung dieser Thatsache wird natürlich durch die obigen Beobachtungen nichts geändert. Mit der gewöhnlichen Typhusbouillon gelingt es auch bei 15tägigem Zuwarten nicht, eine deutliche Indolreaction zu erzielen. Ebenso besteht Lembke's Beobachtung zu Recht, dass sein Bact. coli anindol. in der gewöhnlichen Bouillon in 1—2 Tagen kein Indol producirt und sich dadurch von dem Bact. coli comm. unterscheidet.

III. Merkaptan.

Zum Nachweis des Merkaptans wurde Isatinschwefelsäure benutzt, welche sich durch Merkaptan grün färbt. (Das Nähere darüber siehe bei Rubner, »Ueber den Nachweis von Merkaptan«, Arch. f. Hyg., Bd 19, 1893, S. 184.)

Es wurden Kolben mit 100 ccm bis 1 l Bouillon gefüllt und mit einem gasdicht schliessenden Gummipfropfen versehen. Dieser enthielt in doppelter Durchbohrung zwei Glasröhren, von denen eine gleich unter dem Pfropfen endigte, die andere in die Bouillon hineinreichte. Beide Röhren waren an ihrem äusseren Ende abgeschmolzen, der Innenraum des Kolbens blieb also während der ganzen Zeit der Cultivirung von der äusseren Luft

abgeschlossen. Die Isatinschwefelsäure befand sich in einem Liebig'schen Kugelapparat. Dieser wurde nun auf der einen Seite mit einer Wasserstrahlpumpe, auf der anderen durch einen Gummischlauch mit dem kurzen Rohr des Kolbens in Verbindung gesetzt, der Verschluss des genannten kurzen Rohrs unter dem Gummi abgebrochen und der Apparat in Gang gesetzt, nachdem zuvor auch der Verschluss des langen Rohrs abgebrochen und durch die Oeffnung etwas Schwefelsäure in die Culturbouillon eingeführt worden war. Es wurde so allmählich die gesammte im Kolben enthaltene Luft durch das Reagens hindurchgetrieben. Zu den Versuchen wurde Bouillon von verschiedenem Peptongehalt verwendet, auch die Zeit der Cultivirung mehrfach variirt. Der Nachweis von Merkaptan gelang nur bei Proteus vulgaris, und zwar bei einer 4tägigen Cultur von 5 % Peptongehalt. Die dem Bouillonkolben zugewendete Hälfte der braunen Isatinschwefelsäure färbte sich wenige Secunden nach Beginn der Aspiration intensiv grün. In allen anderen Fällen — es wurden die durch ihren Geruch am meisten Hoffnung gebenden Culturen von Vibrio aquatilis, Pyocyaneus, Typhus, blaue Milch, Diphtherie, rother Kartoffelbacillus wiederholt geprüft — konnte kein Merkaptan nachgewiesen werden. Der Nachweis geringer Spuren von Merkaptan wird dadurch erschwert, dass das benutzte Reagens in dünnster Schicht selbst einen etwas grünlichen Schein hat.

Zum Schluss spreche ich Herrn Dr. Günther für den mir bei vorstehender Arbeit freundlich gewährten Rath und Beistand meinen herzlichen Dank aus.

Bestimmung der gesammten Kohlensäure in Wässern.

Von

Sigismund Robertson,

Assistenten des Institutes.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag.)

Die Bestimmung der gesammten Kohlensäure in Wässern geschieht im Allgemeinen durch ein Ausfällungsverfahren, wobei man sie in Form von Erdalkalicarbonaten abscheidet. Diese allgemein übliche Methode ist vor langer Zeit von Kolbe angegeben worden[1]) und durch vielfache Modificationen z. B. von Mulder und Stolba ergänzt worden, die von R. Fresenius in eine praktische Form zusammengefasst wurden. Als eine gangbare Bestimmung hat sich auch das von Pettenkofer und Trillich angegebene Verfahren erwiesen, wobei die Bestimmung der Gesammtkohlensäure an die Bestimmung der halbgebundenen und freien sich anschliesst.

Zur Ausfällung der gesammten Kohlensäure hat man immer Kalkhydrat oder Barythydrat angewendet; bei der gemeinsamen Bestimmung der halbgebundenen und freien fügt man Chlorcalcium resp. Chlorbarium noch hinzu.

Diese Erdalkalihydrate sollen womöglich absolut kohlensäurefrei sein, sind indessen aber sehr schwer in dieser Form zu erhalten und müssen deswegen stets vor dem Versuche auf ihren Kohlensäuregehalt geprüft werden. Die von Pettenkofer und Trillich angegebene Barythydratlösung muss in besonderen

1) Ann. d. Chem. u. Pharm., 119, 130.

Gefässen aufbewahrt werden und auf ihren Barytgehalt vor jedem Versuche untersucht werden. Ausserdem kann man in den seltensten Fällen die Bestimmung der Kohlensäure in demselben Gefässe vornehmen, in dem das Wasser entnommen worden ist; dieses letztere ist aber wegen der Genauigkeit der Untersuchung, besonders bei Mineralwässern, sehr wünschenswerth. Die Ausführung dieser Methoden ist auch ziemlich zeitraubend; man muss auf das Absetzen der Carbonatniederschläge manchmal 12 Stunden warten, zudem läuft man Gefahr, dass trotz aller Vorsichtsmaassregeln beim Abfiltriren der klaren überschüssigen Erdalkalihydrat enthaltenden Flüssigkeit, Kohlensäure aus der Luft absorbirt wird.

Als eine rasche und sehr genaue, übereinstimmende Resultate erzielende Methode hat sich folgendes sehr einfaches und wenig zeitraubendes Verfahren bewährt.

Ein Erlenmeyer-Kolben aus Jenenser Hartglas ca. 600 bis 650 ccm fassend, ist auf ungefähr 500 ccm mit Aetzmarke versehen. Der Kolben ist mit einem Gummipfropfen fest und dicht verschliessbar und lässt sich bequem transportiren. Vor der Wasserentnahme wird der Kolben mit 10 ccm, bei kohlensäurereichen Wässern mit 15 bis 20 ccm einer dreifach normalen alkoholischen Kalilauge beschickt, mit dem Gummipfropfen fest verschlossen und gewogen. Anstatt Kalilauge kann auch Natronlauge verwendet werden.

Die alkoholische Kalilauge wird am besten aus metallischem Kalium und absolutem Alkohol hergestellt. Sie wird durch ein Asbestfilter unter negativem Druck schnell filtrirt. Der Trichter ist währenddessen mit einem Uhrglase bedeckt, welches in Ammoniak oder Alkalilauge getränkte Baumwolle enthält; sobald die Lauge klar ist, enthält sie keine Alkalicarbonate.

Man kann auch des bequemeren Transportes wegen den überschüssigen Alkohol auf dem Wasserbade direct in dem Beschickungskolben mittelst Vacuum verdampfen, oder man bestimmt das Gewicht der 10 ccm alkoholischen Kalilauge, wägt den Kolben sammt Pfropfen leer und fügt die Lauge erst unmittelbar vor der Entnahme des Wassers zu.

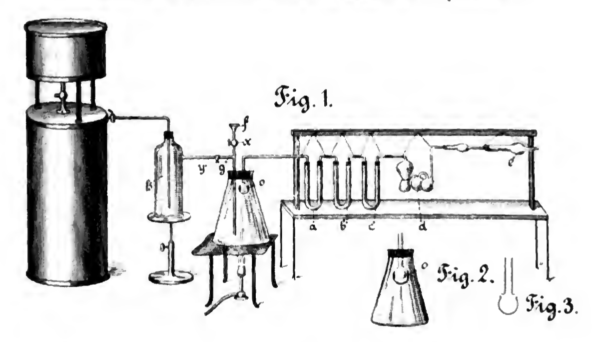
Auf den Kolben passt auch ein doppelt durchbohrter Gummipfropfen, welcher mit einem langen Luftrohre und kurzen Einflussrohre versehen ist, für die zur Genüge bekannte Wasserentnahme unterhalb des Wasserniveaus. Der Kolben wird nun mit dem zu untersuchenden Wasser bis zur Aetzmarke gefüllt, verschlossen, tüchtig geschüttelt und gewogen. Man erfährt somit die Menge des angewendeten Wassers. Durch Einwirkung von viel Wasser werden die Alkalialkoholate vollkommen zersetzt, und die sich bildende Kalilauge absorbirt sofort die freie und halbgebundene Kohlensäure zu normalen Alkalicarbonaten. Die normalen Erdalkalicarbonate fallen aus, können sich aber auch in geringem Maasse umsetzen, was aber für die Bestimmung nicht von Bedeutung ist. Nun wird der Inhalt des Kolbens bis auf ca. 100 ccm oder noch weniger, unter Vermeidung jedes Verlustes durch etwaiges Mitreissen von gelösten Salzen mittelst Wasserdämpfen abdestillirt. Diesbezüglich habe ich ein specielles in den Pfropfen des Kolbens einführbares Destillationskugelrohr hergestellt. (Siehe Fig. 2.) Dieses Destillationskugelrohr kann überall dort mit Vortheil angewendet werden, wo man das Mitreissen gelöster Substanzen mittelst Wasserdämpfen zu befürchten hat, wie z. B. bei der Kjeldahl'schen Ammoniakdestillation; es nimmt wenig Raum ein und kann in jedem Laboratorium vom Analytiker selbst hergestellt werden.

Ein ziemlich weites Glasrohr habe ich an einem Ende zur Kugel ausgeblasen. Die Kugel, die einen Durchmesser von ca. 20 mm besitzt, habe ich daraufhin mit zwei gegenüberliegenden Oeffnungen von 4—5 mm Durchmesser versehen. Die gegenüberliegenden Oeffnungen können direct in der Mitte der Kugel angebracht werden, können aber auch als hülsenartige Ventile unmittelbar unterhalb des Glasrohres ausgeblasen werden (siehe Fig. 3). Nachdem die Destillation, welche mit Zuhilfenahme von Platinspiralen, um das Aufstossen zu verhindern, stattfinden kann, abgeschlossen ist, wird der Kolben mit einem zweifach durchbohrten Pfropfen verschlossen. Die Destillation kann auch mit dem zweifach durchbohrten Pfropfen vorgenommen werden.

sodass man den Erlenmeyer-Kolben nicht zu öffnen braucht; die eine Bohrung wird sodann mit einem Glasstab verstopft.

Durch die eine Oeffnung dss Pfropfens geht ein Trichterrohr bis fast auf den Boden des Kolbens. Das Trichterrohr besitzt oberhalb des Pfropfens ein Seitenansatzrohr *g* (siehe Fig 1).

Durch die andere Oeffnung geht das Kugelrohr *o*, welches mit folgenden Gefässen in Verbindung steht. Zunächst zwei Chlorcalciumröhren *a* und *b*, dann ein entwässertes Kupfersulfat-



Bimsstein enthaltendes Rohr *c*, dann ein Geissler'scher Absorptions-Apparat mit Kalilauge *d*, verbunden mit einem Natronkalkrohr zu einem wägbaren Apparat, und zuletzt ein Chlorcalcium-Aetzkalirohr *e*. Die U-röhren haben 2 cm Durchmesser und sind 15 cm hoch. Das Trichterrohr ist mittelst des Ansatzstückes *g* mit einer Kalilauge-Waschflasche *h* verbunden, welche wiederum mit einem Luftgasometer in Verbindung steht. Das Trichterrohr und dessen Ansatzstück sind mit Gummischläuchen und Quetschhähnen versehen.

Das Trichterrohr wird mit einer verdünnten Salzsäure (18 %) beschickt. Um einen grossen Ueberschuss an Salzsäure zu vermeiden, gibt man nur die anderthalbfache Menge derselben, die

den 10 ccm dreifach normaler Lauge entspricht[1]); das genügt vollkommen, um die überschüssige Lauge zu binden und die Carbonate vollständig zu zersetzen. Die Zusammenstellung der Apparate, wie aus der Skizze zu ersehen ist, ist fast die übliche. Die Chlorcalciumröhren[2]) *a* und *b* dienen zur Absorption des Wasserdampfes, das Kupfersulfatbimssteinrohr *c* zur Aufnahme der etwa entweichenden Chlorwasserstoffdämpfe, der Geissler'sche Apparat nimmt die entwickelte Kohlensäure auf und das letzte Chlorcalcium-Aetzkalirohr verhindert den eventuellen Eintritt von Feuchtigkeit resp. Kohlensäure von der Aussenatmosphäre in das zu wägende Gefäss.

Nachdem der Apparat auf seinen absoluten Schluss geprüft worden ist, lässt man bei geschlossenem Quetschhahn *y* die Salzsäure in den Kolben tropfenweise einfliessen. Ist fast die ganze Salzsäure in den Kolben eingeführt und lässt die Kohlensäureentwicklung nach, so spült man den Rest der Salzsäure mit einigen Cubikcentimeter destillirten Wassers nach, schliesst den Quetschhahn *x* und erwärmt den Kolben einige Minuten, ohne die Flüssigkeit sieden zu lassen. Daraufhin wird der Quetschhahn *y* geöffnet und ein ziemlich reger Luftstrom durch die Apparate eine Viertelstunde lang geleitet. Die Kohlensäure wird in dem Geissler'schen Apparat gewogen.

Bei Beobachtung aller oben erwähnten Maassregeln werden die Chlorcalcium- und Kupfersulfatröhren fast minimal auf ihre Absorptionsfähigkeit beansprucht und können für mehrere Bestimmungen dienen.

Das ganze Verfahren nimmt höchstens 1½—2 Stunden in Anspruch. Die erhaltenen Resultate stimmen vorzüglich überein.

Analysen

	nach Kolbe-Fresenius	nach Pettenkofer-Trillich	nach vorgelegtem Verfahren
	Quellwasser: auf 1000 ccm in mg.		
Bestimmung 1.	324,5	320,0	326,5
2.	326,0		326,0
3.	330,2		327,1.

1) Bei 10 ccm Lauge ungefähr 10—11 ccm Salzsäure.

2) Dass die Chlorcalciumröhren absolut kein basisches Salz enthalten dürfen, bedarf wohl kaum der Erwähnung.

Die gebundene Kohlensäure kann gleichfalls in dem Apparat auf diese Weise bestimmt werden, selbstredend ohne Zusatz von Lauge. Die Resultate sind bedeutend genauer wie diejenigen, die erhalten werden bei directer Titration des Abdampfrückstandes. Man kann hierbei in dem Hartglaskolben das Wasser bis fast auf 50 ccm abdestilliren, obgleich schon beim Abdestilliren bis auf 100 ccm keine Spur weder halbgebundener, noch freier Kohlensäure vorhanden ist.

Hierbei halte ich für nothwendig zu bemerken, dass man mittelst dieser beiden Bestimmungen der gesammten und der gebundenen Kohlensäure die sämmtlichen Kohlensäurezahlen erledigt hat.

Nennen wir das erhaltene Resultat der Gesammtkohlensäurebestimmung = a. der gebundenen = b, und nennen wir die

halbgebundene $= b_1$
die freie $= c$,
so ist $a - b = b_1 + c$;

b entspricht die gleiche Menge halbgebundener Kohlensäure, folglich ist $b = b_1$, daraus folgt, dass $a - (b + b_1)$ oder $a - 2b = c$ ist.

Prag, Februar 1897.

Ueber eine

neue Vorrichtung für analytische Bestimmungen im Soxhlet'schen Extractor.

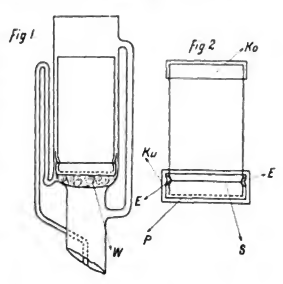
Von

Sigismund Robertson,
Assistenten des Institutes.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag.)

Bei Untersuchungen von Nahrungs- und Genussmitteln ist behufs Fettbestimmung eine Methode üblich, welche nicht nur bei nicht ganz peinlichen Arbeiten einige Fehlerquellen in sich birgt, sondern auch zeitraubend und umständlich ist. Es ist das zur Genüge bekannte Verfahren der Einführung einer abgewogenen Menge Substanz in eine Papierpatrone, (manchmal von ganz bestimmter Form: Patrone von Schleicher und Schüll) und Extrahiren derselben mit Aether in dem Soxhlet'schen Extractor. Hat man es mit Substanzen von geringem Fettgehalt zu thun, so wird das Fett derselben nach dem Abdestilliren des Aethers und Trocknen bis zum constanten Gewicht in dem Aetherbeschickungskolben gewogen. Hat man aber mit fettreichen Substanzen zu thun, wie z. B. bei Fettuntersuchungen, so ist man manchmal genöthigt, die ätherische Lösung nach dem theilweisen Abdestilliren des Aethers in kleinere Kolben zu bringen, und dort vollends abzudampfen, zu trocknen und zu wägen. Das Trocknen der Fettauszüge bis zum constanten Gewicht ist manchmal auch kaum zu erzielen. Als Ursache kann

man die oft vorkommende Abspaltung der leicht flüchtigen Oele bereits unterhalb 80° C., bezw. die sehr geringe Verseifung dieser Verbindungen durch das im Aether spurenweise vorhandene Wasser annehmen. Diese Annahme liess sich auch vielfach im Laufe von derartigen Untersuchungen bestätigen. (Siehe R. W. Raudnitz, Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. XIV, Heft 1.) Zur Kontrolle muss man auch bekanntlich noch einen zweiten Kolben parat halten und noch eine Zeit lang die Patrone extrahiren, um zu sehen, ob nicht noch weitere Fettmengen extrahirt werden. Es ist auch sehr oft nöthig, den entfetteten Rückstand quantitativ zu behalten, um in demselben weitere quantitative Bestimmungen vornehmen zu können. Dies ist aber bei den bisherigen Papierpatronen analytisch fast unmöglich.



Um jedes Manipuliren nach dem Extrahiren mit Aether mit ätherischen Lösungen bei derartigen Untersuchungen zu vermeiden und den Extractionsrückstand für weitere Untersuchungen benützen zu können, habe ich eine Vorrichtung in Form eines Wägefläschchens hergestellt und habe dieselbe seit einiger Zeit mit Erfolg in Gebrauch.

Das Fläschchen besteht aus einem ziemlich weiten Glasrohr, welches bequem in den Soxhlet'schen Extractor sich einführen lässt; die lichte Weite ist 4—6 mm kleiner als die Innenweite des Extractors, es ist so lang, dass das obere Ende etwas über das Abflussansatzrohr des Extractors hervorragt (siehe Skizze) und unten etwas verjüngt, der Form des Extractors entsprechend. Der Boden des Fläschchens ist mit vielen kleinen Löchern versehen, funktionirt also wie eine Filtrirplatte. Etwa 10 mm oberhalb des durchlöcherten Bodens ist am ganzen Umfange eine

Einschleifung *(E)* angebracht, wodurch eine kleine Filtrirpapierhülse *(P)* (aus Filtrirpapier, wie solches zur quantitativen Analyse benutzt wird, hergestellt) innig an das Fläschchen mittelst eines dünnen Platindrahtes oder entfetteten Seidenfadens *(S)* befestigt wird. Auf das obere und untere Ende sind flache Glaskappen (*Ko* und *Ku*) angepasst. Die untere Kappe *(Ku)* liegt nur dann gut auf, wenn das Fläschchen mit der Papierhülse versehen ist. Die Papierhülse ist etwas niedriger wie die untere Glaskappe, wird deshalb von der letzteren vollkommen bedeckt.

Das Fläschchen wird nun mit der Papierhülse versehen und sammt den Kappen bei 100° C. bis zum constanten Gewicht getrocknet und gewogen. Darauf führt man die zu untersuchende getrocknete Substanz in fasslicher Form — Milch wird z. B. mit Sand oder Gyps eingetrocknet und dann erst extrahirt — hinein und wägt wieder. Hat man mit Substanzen zu thun, die bei dieser Temperatur bereits eine zeitweise Zersetzung erleiden, so muss das Wägen bis zur Constanz bei 40° vorgenommen werden, d. h. die Substanz muss vor dem Extrahiren bei einer Temperatur getrocknet werden, welche nur um einige Grade die Verdampfungstemperatur des Aethers übersteigt; das lässt sich sehr gut in einem Exiccator, der in einem Trockenschrank von 40° angebracht ist, bewerkstelligen. Die Construction des Trockenschrank-Exiccator's wird nächstens in der Chemiker-Zeitung veröffentlicht. Jetzt werden die Kappen abgenommen und das Fläschchen in den Extractor, welcher am Boden mit etwas Glaswolle *(W)* beschickt ist, eingeführt. Die Substanz wird erschöpfend extrahirt, das Fläschchen herausgenommen, bei 100° C. getrocknet, die Kappen gleichzeitig separat getrocknet, darauf wird das Fläschchen mit denselben bedeckt und gewogen. Zur Controlle kann man das Fläschchen noch einmal in den Extractor einführen, extrahiren und wiederum wägen. Durch die eine Wägung bestimmt man direct den Rückstand, indirect — aus der Differenz der Substanz vor und nach dem Extrahiren — das Fett. Will man den Rückstand für sich untersuchen, so kann er quantitativ ganz herausgenommen werden (am Papier bleibt nichts haften) oder man kann auch einen Theil desselben zur weiteren quanti-

tativen Bestimmung verwenden. Von diesem neuen Vortheil abgesehen, extrahirt das Fläschchen ebensogut wie eine Papierpatrone, aber noch schneller. Die untere Kappe dient einerseits gegen die Nichtaufnahme von Feuchtigkeit seitens der Papierhülse beim Wägen, anderseits um bei sehr leicht schmelzenden Fetten (Butter etc.) die etwaigen Spuren des durch das Papier transpirirenden Fettes quantitativ aus der Kappe in den Extractor, bezw. Beschickungskolben abspülen zu können.

Dieses bietet einen grossen Vorzug gegenüber der Papierpatrone, welche für analytische Wägungen sich durchaus nicht eignet. Die mittelst dieses Fläschchens vorgenommenen Bestimmungen stimmen vorzüglich überein, die Resultate sind etwas höher als bei der üblichen Methode.

Hauptanwendung bei Untersuchungen von Nahrungs- (Molkereiprodukte) und Genussmitteln; auch bei Untersuchungen, bei denen es neben dem Fette auf Bestimmung der nicht mit Aether extrahirbaren Stoffe ankommt wie Fette, Harze, Lacke, Farben etc.

Das Fläschchen ist dem Soxhlet'schen Extractor direct angepasst und kann demzufolge in allen Dimensionen hergestellt werden.

Das Extractionsfläschchen wird von der Firma Franz Hugershof, Leipzig, hergestellt. —

Prag, Februar 1897.

Beitrag zur Kenntnis der Granitwässer.

Von

Sigismund Robertson,

Assistenten des Institutes.

(Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität in Prag.)

Die Granitwässer unterscheiden sich bekanntlich von allen anderen Quell- und Grundwässer durch die geringen Mengen der in ihnen gelösten Bestandtheile. Da dieselben ziemlich selten vorkommen und noch seltener als Gebrauchs- bezw. Trinkwasser Verwendung finden, so sind nur wenige Analysen in den Handbüchern vermerkt.

Einige analytische Daten über derartige Wässer verdanken wir Reichardt, der viele Quellwässer aus verschiedenen Gebirgsformationen Deutschlands untersucht hat.

Als Beitrag zur Kenntnis der chemischen Eigenschaften der Granitwässer in Böhmen bringe ich einige Analysen solcher Wässer aus Nordwestböhmen und Südböhmen, die ich Gelegenheit hatte, zu untersuchen. Drei Wässer wurden aus der Gegend von Sangerberg bei Marienbad, ein Wasser aus der Gegend von Počatek in Südböhmen (Katharinenbad) entnommen. Diese Wässer zeichneten sich durch ihre Frische und Klarheit aus, waren aber sehr weich.

Als Vergleichszahlen füge ich auch drei von Reichardt untersuchte Granitwässer bei.

In Milligramm auf 1000 ccm.

Gegend	Abdampf. rückstand	Sauerstoff. verbrauch	Salpeter-säure	Chlor	Schwefel-säure	Kalk	Magnesia	Kieselsäure	Härtegrad	Bemerkung
Thüringen	24,4	15,7	0	3,3	3,9	9,7	2,5	—	1,27	Analyse von Reichardt
»	70,0	4,0	0	1,2	3,4	30,8	9,1	—	4,35	do.
Schlesien	210,0	4,7	0	Spur	10,3	44,8	21,0	—	7,42	do.
Sangerberg Nordwestböhmen 1.	73	17	0	14	13	13,3	5	—	2	viel freie CO_2
2.	91	14	0	8	17,2	13,3	8	—	2,4	
3.	187	15	0	12	21,3	17	19,7	Spur	4,5	viel freie CO_2
Počatek Südböhmen	69,3	0	Spur	1,78	9,5	6	0,98	15	0,737	SiO_2, CaO, MgO aus 4000 ccm; SO_3 aus 3000 ccm bestimmt

Die bakteriologische Untersuchung ergab keimfreies Wasser. Hygienisch sind die von mir untersuchten Wässer als vorzüglich zu betrachten; sie dienen zum Betriebe von Wasserheilanstalten.

Beiträge zur Bestimmung des Butterfettes.

Von

Regimentsarzt Dr. **Wiener.**

(Aus dem Universitäts-Institut für medicinische Chemie des Hofrathes E. Ludwig in Wien.)

Unter den zahlreichen Methoden zur Prüfung des Butterfettes ist zweifellos die nach Reichert-Meissl die verbreitetste. Die ursprüngliche Reichert-Meissl'sche Methode, 5 g Butterfett zu verseifen, dann mit Schwefelsäure zu versetzen, zu erhitzen und die nun freiwerdenden überdestillirenden flüchtigen Fettsäuren mit $^{1}/_{10}$ Normal-Natronlauge zu titriren, hat im Laufe der zahlreichen Nachprüfungen erhebliche Modificationen erfahren.

Nun ist es bekannt, dass schon die Thatsache, dass die Menge der zur Neutralisation verwendeten Lauge bei verschiedenen echten Buttersorten für 100 ccm des Destillates zwischen 25 und 32 ccm schwankt, die Möglichkeit offen lässt, dass bei einer Butter von hoher Reichert-Meissl-Zahl anstandslos 25 % fremder Fette beigemischt werden können, ohne dass dies durch diese Bestimmungsmethode nachweisbar wäre.

Nach Polenske[1]) zeigten 200 im Reichs-Gesundheitsamte untersuchte Butterproben sogar die Grenzwerthe 24,8 – 32,8 welche nach anderweitigen Literaturangaben nach beiden Seiten überschritten werden. Dazu tritt noch ein anderer Umstand: Nimmt man dieselbe Butter und vollführt eine ganze Reihe von

---

1) Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte, Bd. 11, S. 523.

Bestimmungen, so werden die einzelnen Zahlen auch untereinander, und zwar häufig um 1,0 und darüber variiren; ganz besonders auffallend wird dies, wenn man — wie Goldbaum — so lange abdestillirt bis die noch übergehenden Fettsäuren weniger als 0.1 ccm $^1/_{10}$ Normal-Natronlauge zur Neutralisation erfordern. Häufig treten bei diesem Vorgange schon bei dem zweiten Hundert des Destillates wesentliche Differenzen auf.

Um diesen Fehler etwas einzuengen, hat Polenske eine Trennung der in Alkohol löslichen und unlöslichen Fette versucht. Er nahm zu diesem Zwecke 25 g geschmolzenes, gut gemischtes, klares Butterfett, übergoss dasselbe mit 125 g neutral reagirenden absoluten Alkohols von 18° C. erwärmte das Ganze auf 50°, wodurch sich das Fett leicht löste. Nunmehr wird der entsprechend beschwerte Kolben so tief in ein Wasserbad von 18° C. versenkt, dass das Wasser desselben den Kolbeninhalt um einige Centimeter überragt, sodann mehrfach umgeschwenkt. Nach $1^1/_2$ Stunden werden 118 ccm der alkoholischen Flüssigkeit durch ein Faltenfilter sorgfältig abfiltrirt, der ganze Rückstand geschmolzen, gut gemischt und in ein flaches Schälchen gegossen. Dieser Rückstand stellt, nach Entfernung des Alkohols 3 Stunden lang getrocknet, den festen Antheil des Butterfettes dar. Aus den 118 ccm des Filtrats wird nach einstündigem Trocknen der flüssige Antheil des Butterfettes bestimmt, indem 10 ccm desselben in ein tarirtes Schälchen gebracht, der Alcohol bei gelinder Wärme verdunstet die Trocknung bei 100° vorgenommen und das erhaltene Gewicht mit 11,8 multiplicirt wird.

Polenske gibt an, dass durch dieses Verfahren die Grenzen der vom festen und vom flüssigen Antheil gesondert zu bestimmenden Reichert-Meissl-Zahl näher aneinander gerückt würden, dass ferner mit einer geringeren Reichert-Meissl-Zahl zumeist auch eine geringere Alkohollöslichkeit des Fettes verbunden sei.

Thatsächlich hat sich bei 50 Butteruntersuchungen ergeben, dass die untere Grenzzahl des flüssigen Antheils des Butterfettes nicht unter 37,6 sank und zwischen dieser Zahl und 40,7 variirte. Wären dies die Grenzwerthe, so könnte man bei einer

Reichert-Meissl-Zahl von 32,3 (nach der üblichen Bestimmungsmethode) eine Verfälschung der Butter von 20% bestimmt nachweisen. Bei dem festen Antheil liegen die Grenzwerthe weiter auseinander, zwischen 20,4 und 25,0.

Es wurde bereits erwähnt, dass noch ein anderer Fehler die Richtigkeit der Reichert-Meissl-Zahl zu alteriren vermöge, und zwar die Inconstanz der in den ersten 100 ccm übergehenden Menge der flüchtigen Fettsäuren. Nimmt man eine grössere Menge derselben Butter, schmilzt dieselbe, filtrirt klar und macht nun eine Reihe von Bestimmungen, so ergeben sich Differenzen, welche die von Polenske mit 1 ccm angenommene bei weitem übersteigen.

Gelegentlich einer Reihe von Butteruntersuchungen wurde immer eine grössere Menge derselben Sorte — ungefähr 500 g — verflüssigt, mehrfach durch Thierkohle filtrirt und nun eine Reihe von Parallelbestimmungen durchgeführt, indem je 5 g Butterfett in einem Erlenmeyer-Kölbchen mit 20 ccm 60 proc. alkoholischer Natronlauge auf dem Wasserbade unter Gebrauch des Rückflusskühlers verseift wurde; die Verseifung war gewöhnlich nach 30 Minuten vollendet, worauf nach Entfernung des Alkohols in üblicher Weise Schwefelsäure zugesetzt und die ersten 110 ccm überdestillirt wurden.

Einige Buttersorten und zwar ausnahmslos Winterbutter gaben eine Reichert-Meissl-Zahl von 24—25,1, bei einigen wurde wenig über 21 gefunden. Diese Butter wäre demnach, nach der derzeit giltigen Annahme, als verfälscht anzusehen gewesen. Als jedoch mit der Destillation fortgefahren wurde, zeigte es sich, dass in dem Nachdestillate noch eine beträchtliche Menge flüchtiger Fettsäuren vorhanden sei, welche in diesem Falle beim zweiten Hundert eine Neutralisation zwischen 6,6 und 9,3 $^{1}/_{10}$ Normal-Natronlauge benöthigte. Wurde die Destillation noch bis zum achten Hundert fortgesetzt, so ergaben sich immer noch Mengen, welche zwischen 1—3 ccm variirten. Wurde gleich von allem Anfange an 250 ccm überdestillirt, so ergab sich eine Reichert-Meissl-Zahl von 30,3—31,1 wodurch die Echtheit der Butter zweifellos sichergestellt war.

Es gibt daher offenbar Buttersorten, in welchen die flüchtigen Fettsäuren erst nach längerem Kochen übergehen, was insoferne wichtig ist als, wenn man in der üblichen Methode vorgeht und die Reichert-Meissl-Zahl nach den ersten 110 ccm feststellt, manchmal ein Ergebnis vorgetäuscht werden kann, als ob verfälschte Butter vorläge, während das Nachdestillat zweifellos die Echtheit erweist. Es wird sich daher empfehlen, die Reichert-Meissl-Zahl aus einem Destillate von 250 ccm zu ermitteln.

Sell hat in einer Arbeit über das Verfahren der Butterprüfung nach Brullé den Antheil dieses Forschers an der Silbernitratprobe festgestellt. Bekanntlich schlug Becchi[2]) zum erstenmale eine alkoholische Lösung von Silbernitrat zur Erkennung von Verfälschungen des Olivenöls mit Baumwollsamenöl als Reagens vor. Bringt man 10 ccm des zu untersuchenden Gemisches mit 1 ccm einer 0,5-proc. alkoholischen Silbernitratlösung und 12 ccm eines Gemisches von reinem Alcohol und 15 % Rüböl zusammen, erwärmt durch 1/4 — 1/2 Stunde unter kräftigem Schütteln im Dampfbade, so tritt bei Anwesenheit von Baumwollsamenöl dunkle Färbung ein, während bei reinem Olivenöl keine Farbenveränderung erfolgt. Obwohl bald darauf Bizio[3]) auf die Inconstanz dieser Reaction hinwies, indem viele andere Oele, darunter auch manche Olivenöle, diese Reaction zeigten, sah sich doch die italienische Regierung veranlasst, eine eigene Commission zur Prüfung dieses Verfahrens einzusetzen, welche sich für das Becchi'sche Verfahren entschied, jedoch mit der Modification, dass das Reagens freie Salpetersäure enthalten und dass die Oele filtrirt werden müssten. Die Probe müsste hienach mit Hilfe zweier Reagentien vorgenommen werden u. zw. Reagens I: 1 g Silbernitrat, 200 g 98 proc. Alkohol, 40 g Aether, 0,1 g Salpetersäure; Reagens II: 100 g Amylalkohol, 15 g Rüböl. — Mit dem zu prüfenden Oele werden 10 ccm des Reagens II und 1 ccm

1) Arbeiten aus dem kais. Gesundheitsamte. Bd. 11, S. 472.
2) Pharmaceutische Zeit, 1884, S. 112.
3) Archiv d. Pharmac., 1886, S. 45 (cit. nach Sell).

des Reagens I gemischt und nach gutem Durchschütteln durch ¼ Stunde auf 100° erhitzt, wonach sich die Anwesenheit von wenigstens 15 % Baumwollsamenöl durch Braunfärbung kenntlich mache; doch sei zu bemerken, dass bei zu wenig freier Salpetersäure auch bei reinem Olivenöle Braunfärbung auftreten könne, da andererseits bei zu viel Säure auch mit Baumwollsamenöl die Dunkelfärbung nicht mehr mit Sicherheit auftrete. Später wurde die Zusammensetzung der Reagentien geändert. Bei I wurde 96 proc. Alkohol und blos 20 ccm Aether, bei II 85 Theile Amylalkohol und 15 Theile Rüböl genommen.

Mehrere italienische Forscher fanden bei einigen 100 Butteruntersuchungen das Ergebnis dieser Reaction zufriedenstellend, doch konnten andere Forscher dies nicht ganz bestätigen, indem einige mit Dieterich [1]) die Reaction bei Anwendung 1 proc. Silbernitratlösung zu langsam eintreten fanden. Andere wieder prüften mit Milliau,[2]) wie Sell erwähnt, nicht die Oele selbst, sondern die von demselben abgeschiedenen Fettsäuren. Milliau nahm 5 ccm. der freien Säuren, vermischte dieselben mit 15 ccm 90 proc. Alcohols, fügte 2 ccm einer 1 proc. Silbernitratlösung hinzu und kochte durch einige Minuten auf dem Wasserbade. War Baumwollsamenöl vorhanden, so bildete sich eine durch die Säuren desselben hervorgerufene schwarze Abscheidung. Allens[3]) Hehner,[4]) Rowland Williams,[5]) Stock[6]) u. A. gaben an, dass die Becchi'sche Reaction zur Erkennung der Verfälschungen verschiedener Fette mit Baumwollsamenöl vorzüglich geeignet sei und haben diese sowie mehrere andere Forscher, unter denen Ritset[7]), Pattinson[8]), Neufeld[9]) erwähnt seien, noch weitere verschiedene Modificationen der Reagentien vorgenommen.

1) Helfenberger Annalen, 1886, Dresden 1887, S. 38 (cit. nach Sell).
2) Comptes rendues, Bd. CVI, S. 550.
3) Analyst, 1888.
4) Analyst, 1888.
5) Analyst, 1888.
6) Analyst, 1889 (cit. nach Sell).
7) Pharmaceut. Zeit. 1889, S. 73.
8) Cit. nach Sell.
9) Archiv f. Hygiene, Bd. 17, S. 452.

Ein grosser Antheil an der Silbernitratreaction gebührt Brullé, welcher nach mehrfachen Versuchen eine Lösung von 25 g Silbernitrat in 1 l 95 proc. Alkohols als das geeignete Reagens ansah, von welchem 5 ccm mit 12 ccm des zu untersuchenden Oeles oder Butterfettes gemischt und in ein Becherglas mit siedendem Wasser getaucht, alsbald Farbenreactionen hervorrufe, welche je nach der Natur des eben vorhandenen Oeles ganz verschieden und — wie Brullé [1]) behauptete — charakteristisch ausfielen.

Nach Brullé behält reine Butter ihre Farbe, während durch Margarine oder Pflanzenöle verunreinigte ihre Farbe derart veränderte, dass selbst eine 5proc. Verfälschung leicht erkennbar sei.

Bei einer Nachprüfung der Brullé'schen Angaben kam E. Sell [2]) zu wesentlich anderen Ergebnissen. Der von letzterem beobachtete Vorgang war folgender: Das bei 50—55° klar geschmolzene Butterfett wurde vom Wasser klar abgegossen und durch ein trockenes Filter filtrirt. Zur Entfärbung des Fettes, welche aus dem Grunde nothwendig ist, um die Reaction deutlich hervortreten zu lassen, mischt man 2 g gereinigter und vorher ausgeglühter Thierkohle durch oftmaliges Umrühren mit dem Fette und filtrirt nun wieder auf dem Wasserbade. Das Filtrat erscheint fast immer farblos. Von diesem werden 12 ccm in ein Reagenzglas gegeben, welches 15 cm Länge und 18 mm Durchmesser haben muss, dann mit der Silberlösung versetzt, kräftig gemischt und in einem Becherglas mit kochendem Wasser erwärmt, wobei die Oberfläche der im Reagenzglase befindlichen Mischung sich unterhalb des Wasserniveaus befinden soll.

Sell hat die sich hiebei abspielenden Erscheinungen genau beschrieben: Zunächst erfolgt, alsbald nachdem das Reagenzglas in das siedende Wasser gegeben wurde, Klärung der durch das Schütteln emulsionsartig gewordenen Masse und Trennung des Alkohols vom Fette. Bald nachdem der Alkohol in's Sieden geräth, erfolgt neuerdings Trübung der Flüssigkeit, wobei sich

1) Comptes rendues, Bd CXII, S. 105.

2) a. a. O.

— nach Brullé — die charakteristische Färbung der Masse oder Ausscheidung eines krystallinischen Niederschlages bemerkbar machen soll. Diese letzteren Erscheinungen hat Sell bei einer grossen im kais. Gesundheitsamte vorgenommenen Veruchsreihe nicht ganz bestätigen können. Vor allem blieb die Flüssigkeit nur in wenigen Fällen farblos, meist trat ein allerdings schwacher, röthlicher, grüner oder gelber Farbenton auf; bei einigen Buttersorten, welche nach der Reichert-Meissl-Zahl zweifellos als unverfälscht anzusehen waren, ergab sich eine stärkere röthliche bis röthlich-violette Färbung.

Aber auch in manchen anderen Richtungen versagte die Methode Brullé's und zwar sowohl was die von ihm geprüften Mischungsverhältnisse der Butter mit anderen Fetten, Margarine und Pflanzenölen, als auch die Reaction der letzteren allein betrifft. Zunächst fiel es auf, dass ein Gemisch von Margarine und Butter, nachdem es längere Zeit frei gestanden war, die reducirenden Eigenschaften verloren hatte; ebenso gelang es, bei manchen Pflanzenölen die gleiche Erscheinung durch Erhitzen hervorzubringen.

Gelegentlich der Untersuchung einiger von der hierortigen Firma Gebrüder Wild gelieferter Buttersorten, welche sämmtlich (a—f) eine Reichert-Meissl-Zahl zwischen 32,2—34,4 (pro 250 ccm Destillat) aufwiesen, zeigten sich in der That mannigfache Abweichungen von den Brullé'schen Angaben. Stets wurde bei diesen Versuchen der grösste Teil der zu untersuchenden Butter (wenigstens 150 g) geschmolzen, mehrfach durch Thierkohle filtrirt und für die einzelnen Versuche die bestimmte Menge entnommen. Die bei der Reaction erscheinenden Farben wurden mittels Aquarellfarben möglichst getreu reproducirt, um auch nach längerer Zeit die Ergebnisse grosser Versuchsreihen vergleichen zu können. Zur Verwendung kamen von zweifellos echten Buttersorten: a) Innthaler, b) Welsberger, (Tirol), c) Redler (Oberöst.), d) Mährische, e) Ungarische, f) Galizische, die Margarinbuttersorten g) h) die zweifelhaften Buttersorten k) l) m) n) (mit einer Reichert-Meissl-Zahl von 21,5—27,8), endlich die von der Fleischhauer-Genossenschaft bezogene Margarine o.

Bei Durchführung der Versuche ist besonderes Gewicht auf die **Reinheit** des verwendeten Alkohols zu legen, worauf schon de Negri und Fabris aufmerksam gemacht haben, da anderenfalls schon durch den vorhandenen Aldehyd Reduction des Silbernitrats erfolgen kann.

Trotzdem eine vollkommene Gleichmässigkeit in der Versuchsanordnung beobachtet wurde, indem nur Reagenzgläser von gleichem Caliber, gleicher Höhe und Glasdicke zur Verwendung kamen und auch das siedende Wasser im Becherglase im gleichen Niveau erhalten wurde, zeigten die zweifellos echten Buttersorten a—f bei vielen Parallel-Versuchen bedeutende Verschiedenheiten im Reductionsvermögen.

Die alsbald nach Einlangen der Proben vorgenommene Prüfung ergab folgende Farben nach Verdunstung des Alkohols

Buttersorte	Farbe
a	hellgrau
b	hellcitronengelb
c	citronengelb
d	lachsfarben
e	okergelb
f	lachsfarben

Die Buttersorte **a** reducirte demnach die Silberlösung vollkommen, während dies bei **d** und **f** nur theilweise, bei den anderen Sorten gar nicht der Fall war. Nachdem die Butterproben durch 14 Tage an einem dunkeln Orte aufbewahrt wurden, ergab eine neuerliche Prüfung bei:

Buttersorte	Farbe
a	grauschwarz
b	grauschwarz
c	dunkelgrau
d	dunkelgrau
e	dunkelviolettgrau
f	dunkelviolettgrau

demnach bei allen fast vollkommene Reduction des Silbernitrats; während des Zeitraumes zwischen 1. und 2. Prüfung war keine der Buttersorten ranzig geworden.

Auch die zweifelhaften Buttersorten zeigten nur, dass die Brullé'sche Reaction irgendwelche Schlüsse auf Verfälschung nicht gestatte.

Buttersorte	Farbe
g	hellgrau
h	hellgelbgrünlich
k	citronengelb
l	hellbraun
m	steingrau
o	hellgelb

Der Niederschlag von l und o nahm häufig 15—30 Minuten nach Beendigung des Versuches röthliche Färbung an.

Aus diesen Versuchen geht die vollkommene Unverlässlichkeit der Brullé'schen Methode hervor. Echte Butter kann nach wenigen Wochen, ohne ranzig zu werden, eine Silbernitratreaction zeigen, wie sie von Brullé für hochgradig verfälschte Butter angenommen wird, andererseits zweifelhafte Butter von geringer Reichert-Meissl-Zahl eine negative Reaction aufweisen. Am ausgesprochensten war dies sogar bei der reinen Margarine; bei zahlreichen mit derselben vorgenommenen Versuchen stellte sich nur zweimal leichte Verfärbung in's hellviolette ein.

Eine besondere Wichtigkeit bei der Silbernitratprobe kommt dem Baumwollsamenöl zu. Einige Autoren wie Glading[1]) geben zu, dass dasselbe noch in einer Beimischung von 2% zu erkennen sei, wogegen Wesson[2]), Benedikt[3]), Dieterich[4]) behaupten, dass altes Cottonöl überhaupt keine Reduction des Silbernitrates herbeiführe. Demnach wäre es sehr einfach, altes Baumwollsamenöl mit einer Butter zu vermischen, welche eine hohe Reichert-Meissl-Zahl aufweist, ohne dass die Silbernitratreaktion hier Aufschluss geben könnte.

1) Analyst, 1889, S. 32.
2) Chemiker-Zeit. Repert., 1890, S. 6.
3) Analyse der Fette und Wachsarten. Berlin 1893. S. Springer. S. 355.
4) Nach Sell.

De Negri und Fabris[1]) haben eine ganze Reihe von Pflanzenölen, worunter Erdnuss-, Buchen-, Sesam-, Baumwollsamen-, Sonnenblumen-, Mohn-, Wallnuss- und Leinöl untersucht und gefunden dass unter denselben blos das Cottonöl das Silbernitrat reducirte; bei diesen Untersuchungen kamen die von der italienischen Commission angegebenen 2 Reagentien in Verwendung.

Von verschiedenen Seiten wurde die Behauptung aufgestellt, dass eine Reihe von Oelen, welche normal das Silbernitrat reducirten, die reducirende Eigenschaft, wenn durch mehrere Stunden auf 130°—180° erhitzt, ganz oder zum Theil einbüssen. Bezüglich des Baumwollsamenöls konnte Sell dies bestätigen und auch die anderen von ihm untersuchten Oele gaben nach vierstündigem Erhitzen auf 135° eine wesentlich schwächere Reaction.

Folgende Tabelle weist nun die bei einigen Oelen wahrgenommenen Farbenreactionen auf, wobei in der Weise vorgegangen wurde, dass die zu untersuchenden Oele im Sandbade durch 4—5 Stunden zunächst der Temperatur von 135°, dann am nächsten Tage während desselben Zeitraumes auf 180° ausgesetzt wurden; unmittelbar nach Abkühlung bis zur Normaltemperatur wurden die Versuche durchgeführt.

	Normaltemperatur	135°	180°
Olivenöl	hellgrau	hellgrau	hellrothbraun
Leinöl	rothbraun	rothbraun	hellbraun
Arachisöl	dunkellachsfarben	lachsfarben	do.
Sesamöl	lachsfarben	hellrosa	gelblichbraun
Nussöl	hellbraun	dunkelrothbraun	braunroth
Ricinusöl	dunkelgrau	hellbraunroth	hellgelb, klar
Rüböl	hellbraun	gelbbraun	dunkelgrau
Pfirsichöl	dunkelgrau	dunkelrothbraun	hellbraun
Mandelöl	braungrau	ebenso	ebenso
Hyoscyamusöl	hellrothbraun	—	ebenso
Mohnöl	rothbraun	rothbraun	gelblichbraun

Im allgemeinen besteht daher nach dieser Zusammenstellung die von Sell beobachtete Erscheinung zu Recht, dass bei mehrstündiger Einwirkung hoher Temperatur die reducirende Wirkung der Oele herabgesetzt wird. Am auffallendsten trat die

1) a. a. O.

beim Ricinusöl hervor, welches auf 180° erhitzt, seine Farbe und Klarheit vollkommen beibehielt, so das es vom normalen Oele nicht zu unterscheiden war. Bei allen anderen Oelen war dies schon weniger ausgesprochen; zumeist erfolgte der Farbenumschlag nach der Erhitzung in einen helleren Ton und nur das in normalem Zustande bei Einwirkung des Silbernitrats hellbraun erscheinende Rüböl zeigte bei mehrstündiger Erhitzung auf 180° dunkelgraue Farbe.

Schon nach diesen Versuchen stand kaum mehr zu erwarten, dass Mischungen der Oele mit echten Buttersorten mittelst der Silbernitratreaction zu ermitteln wären. Der Vollständigkeit halber wurden jedoch auch diese Versuche vorgenommen.

7 ccm von der Buttersorten b wurden mit je 5 ccm Olivenöl, Rüböl und Arachisöl versetzt, ebenso mit den gleichen Mengen dieser drei Oele die Margarinbutter **o**. In allen Fällen erfolgte starke Reduction, welche sich durch das Auftreten tief dunkelgrauer Färbung kennzeichnete, die manchmal ins grüne spielte. Nur die mit Arachisöl versetzte Butter, bez. Margarine zeigte hell-, bis dunkelrothbraune Färbung.

Will man aus diesen Versuchen Schlüsse ziehen, so muss zugegeben werden, dass selbst bei sorgfältigster Ausführung aller Cautelen, wie Gebrauch gereinigten Alkohols, stets gleich weiter und gleich dicker Reagenzgläser u. s. w., die Reduction des Silbernitrates in der verschiedensten vorher nicht bestimmbaren Weise erfolge, dass einerseits echte Butter einige Zeit nach der Bereitung Silbernitrat zu reduciren vermöge, dass andererseits Pflanzenöle die Fähigkeit Silbernitrat zu reduciren, durch mehrstündiges Erhitzen ganz oder zum Theile einbüssen können, dass mithin diese Reaction zur Prüfung der Echtheit der Butter umso weniger geeignet ist, als nach allen Richtungen Verfälschung derselben erfolgen kann ohne dass die Reaction, wenn die Verfälschung in der angedeuteten Weise erfolgt, hierüber Aufschluss geben könnte.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Hofrath E. Ludwig für die liebenswürdige Unterstützung und Förderung dieser Arbeit meinen ergebensten Dank abzustatten.

Ueber den Kohlegehalt menschlicher Lungen.

Von

W. Hanna,

Med. Bacc. aus Belfast.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Streng genommen haben wohl alle in cultivirten Ländern lebenden Menschen eine Art von Kohlenlunge. Nur die Lunge des Neugeborenen ist von rosarother Farbe und frei von jenen Pigmentanhäufungen, welche auch der normalsten Lunge ein mehr oder weniger marmorirtes Aussehen verleihen; der Russ in Wohnungen und Strassen reicht hin, um diesen Effect in kürzester Zeit zu Wege zu bringen. Es bedarf keiner besonderen Erörterungen, um zu beweisen, dass die fortschreitende Ausdehnung industrieller Unternehmungen und Betriebe eine Verrussung unserer Lungen begünstigt und damit die Bedingungen für eine erhöhte Disposition zu gewissen Erkrankungen der Lunge schafft. Abgesehen von einigen Fällen, wo excessive Kohlenanhäufung in den Lungen stattgefunden hatten, ist über die Kohlenmenge, welche sich normaler Weise in menschlichen Lungen finden, nichts bekannt. Auf Anregung von Professor Rubner habe ich einige dahingehende Bestimmungen ausgeführt.

Was die Methodik der Untersuchung anlangt, so lässt sich kaum ein Weg finden, auf dem eine vollkommen exacte Bestimmung des in feinster Vertheilung und allenthalben im Lungengewebe eingelagerten Kohlenstaubes möglich wäre, man

wird sich mit annähernd richtigen Quantitätsbestimmungen begnügen müssen. Auf Vorschlag von Professor Rubner habe ich die Kalischmelzmethode von Hoppe-Seyler in Anwendung gezogen, die von verschiedenen Forschern mit den nöthigen Modificationen zur Bestimmung der Cellulose verwendet worden ist.

Wenn das Lungengewebe mit Aetzkali, bei entsprechender Temperatur, zusammengeschmolzen wird, so werden alle organisirten Substanzen zerstört und aufgelöst; es verbleiben anorganische, in concentrirter Lauge unlösliche Substanzen und Kohle: die Cellulose, die auch ungelöst zurückbleiben müsste, kommt bei nicht tuberculösen Lungen gar nicht in Betracht.

Der Vorgang war im Einzelnen folgender:

Die Lungen wurden fein zerhackt, mit Alkohol und wiederholt mit Aether behandelt, dann einige Stunden bei 110° getrocknet und endlich in einem Mörser zu Pulver zerstampft. Durchschnittlich 30 g der so vorbereiteten, getrockneten Substanz wurden mit dem 10fachen Gewicht reinen Aetzkalis in eine tubulirte Retorte gebracht und mit 20—30 ccm Wasser versetzt. Im Oel- oder Paraffinbad wurde nun die Temperatur allmählich auf 180° gebracht und eine Stunde auf dieser Höhe erhalten. Bei ca. 160° beginnt der Inhalt heftig zu schäumen und es ist, um Ueberschäumen zu vermeiden, grosse Vorsicht geboten. Nach beendigter Operation wurde zugewartet, bis die Temperatur des Oelbades auf 80° gesunken war, worauf der Inhalt mit heissem Wasser aufgenommen und in mehreren Bechergläsern oder in grösseren Erlenmeyerkolben mit Wasser reichlich verdünnt, vertheilt wurde. Die Filtration geschah unter Verwendung gehärteter Filter von Schleicher und Schüll oder Asbest mit Hilfe einer Saugpumpe. Namentlich bei Lungen, welche nur sehr wenig Kohle enthalten, macht der Filtrationsprocess die grösste Schwierigkeit und auch die Neutralisation der Flüssigkeit mit Schwefelsäure vermag ihn nicht günstiger zu gestalten. In den Fällen, wo mehr Kohle vorhanden war, hat sich die Vertheilung der Flüssigkeit in grossen Erlenmayerkolben sehr bewährt. Nach ca. 12stündiger Ruhe setzt sich die

Kohle am Boden ab und die darüber stehende Flüssigkeit ist ganz klar und kann abgehebert werden. Der Bodensatz wurde wiederum mit Wasser aufgerührt und die Decantation in den Erlenmayerkolben wiederholt vorgenommen, schliesslich durch Asbest filtrirt, mit Wasser in verdünnter Säure, dann mit saurem Alkohol, endlich mit Alkohol und Aether gewaschen und zwar solange bis alle Farbstoffe extrahirt waren und ein tiefschwarzer Kohlenrückstand verblieb. Die Kohle wurde mehrere Stunden bei 110° getrocknet und weiterhin mit einem Theil derselben eine Aschebestimmung ausgeführt.

Durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Professors Israel waren wir in der Lage, vier menschliche Lungen der Untersuchung zuzuführen, zwei davon waren auffallend pigmentarm. Die beiden anderen ausgesprochenen Kohlenlungen aber ohne jeden pathologischen Process.

Ich bringe vorerst die Ergebnisse der Untersuchung, wobei die in den Lungen enthaltenen Kohlenmengen aus den gefundenen Kohlenrückständen berechnet sind; inwieweit diese Zahlen eine zutreffende Vorstellung von den wirklich infiltrirt gewesenen Mengen reiner Kohle geben, soll später kurz erörtert werden.

Versuch I.

Rechte Lunge (Kind, 5 Jahre alt) normal, pigmentarm.

Gewicht der frischen Lunge 390 g.

Gewicht der getrockneten Lunge 30,6 g.

Der Kohlenrückstand beträgt 0,268 g.

Nehmen wir an, dass die linke Lunge ungefähr ebensoviel Kohle enthielt, so wäre in der durchaus normalen Lunge eines fünfjährigen Kindes ein halb Gramm Kohle gefunden.

Versuch II.

Rechte und linke Lunge (Frau von 25 Jahren. Todesursache: puerperale Endocarditis) normal, pigmentarm.

Gewicht der frischen Lunge 778,3 g.

Gewicht der getrockneten Lunge 98,75 g.

In 34,49 g der getrockneten Lunge wurden 0,236 g als Kohlenrückstand erhalten; demnach sind in der ganzen durchaus normalen und pigmentarmen Lunge 0,675 g Kohle vorhanden.

Versuch III.

Linke Lunge (Kohlenlunge) normal, über die Provenienz dieser Lunge war nichts in Erfahrung zu bringen.

Gewicht der frischen Lunge 363 g.

Gewicht der getrockneten Lunge 58,08 g.

In 33,96 g der getrockneten Lunge wurden 1,461 g als Kohlenrückstand erhalten; in der linken Lunge waren sonach 2,49 g Kohle enthalten und in der ganzen Lunge — wenn wir annehmen, dass die rechte Lunge ungefähr die gleiche Menge enthielt — rund 5 g Kohle.

0,298 g des Kohlenrückstandes verloren beim Glühen 0,202 g an Gewicht, gleich einem Glühverlust von 67,2%.

Versuch IV.

Rechte und linke Lunge, Kohlenlunge, aber ohne jeden pathologischen Process (Töpfer, 80 Jahre alt).

Gewicht der ganzen Lunge 1072,6 g

348 g der frischen Lunge waren getrocknet 58,58 g

In 35,88 g der Trockensubstanz wurden 1,262 g als Kohlenrückstand erhalten.

Es sind in der ganzen »Kohlenlunge«, die im Uebrigen frei von allen pathologischen Processen war, 6,34 g Kohle enthalten.

0,552 g des Kohlenrückstandes verloren beim Glühen 0,3455 g an Gewicht, entsprechend einem Glühverlust von 67,7%.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Uebersicht der gefundenen Kohlenmenge ebenso die Procente Kohle in dem frischen und getrockneten Lungengewebe.

	Bezeichnung	Frisches Gewicht	Kohlen-menge	Proc. Kohle in d. frischen Lunge	Proc. Kohle in d. getrockneten Lunge
Pigment-arm	Beide Lungen . . (Frau, 28 Jahre)	778	1,01	0,129	1,03
	Rechte Lunge . . (Kind, 5 Jahre)	190	0,402	0,211	1,30
Kohlen-lungen	Beide Lungen . . (Töpfer, 80 Jahre)	1072	9,5	0,88	5,29
	Linke Lunge . .	363	3,7	1,02	6,45

Abgesehen davon, dass die Zahl der von uns untersuchten Fälle gering ist, kann es auch sonst keinem Zweifel unterliegen, dass die gefundenen Verhältnisse mannigfachen Schwankungen unterliegen werden. Immerhin ist es von Interesse, davon Kenntnis zu nehmen, dass in normalen und auffallend pigmentarmen Lungen 1 g Kohle und in pigmentreichen sog. Kohlenlungen ohne jeden pathologischen Process ungefähr 10 g Kohle und wohl

auch mehr enthalten sein können. Es handelt sich hier nur um die Kohlenmengen, welche in den Bestand des Lungengewebes eingegangen sind, denn dass wir sehr viel grössere Mengen von Kohle einathmen, aber alsbald wieder herausbefördern, braucht kaum betont zu werden. Die angeführten Zahlen geben indessen nur eine genäherte Vorstellung von der in den untersuchten Lungen enthaltenen Kohlenmenge, da der Methode mancherlei Mängel anhaften.

Durch Controllversuche, welche mit Blut- und Knochenkohle angestellt wurden, liess sich feststellen, dass bei dem Process des Zusammenschmelzens mit Aetzkali und den weiteren Operationen ungefähr 25—30% zu Verlust gehen, zum grossen Theil jedenfalls Kohlebestandtheile. Die von uns in den Lungen gefundene Kohle enthielt noch 22,3—22,5% Asche (s. Vers. III u. IV) und zwar in Wasser und Alkalien unlösliche Asche. Diese Aschemenge ist zu gross, um der Kohle zugerechnet zu werden, sie wird vielmehr zum grössten Theil aus Staub, der in Wasser und Alkalien unlöslich ist und beim Schmelzprocess in Rückstand verbleibt, bestehen und zwar aus Staub, der in gleicher Weise wie die Kohle seinen Weg in die Lungen gefunden hat. Uebrigens ist ja »Kohle« kein chemischer Begriff und je nach der Herkunft wird das gefundene Gewicht einer verschieden grossen Kohlenmenge entsprechen. Berücksichtigt man übrigens, dass der Glühverlust nach dem Vorgang des voraufgegangenen Processes der Hauptsache nach reinen Kohlenstoff darstellen wird, so ergibt sich unter Hinzurechnung einer entsprechenden Aschemnenge, dass der gewogene Kohlenrückstand annähernd der vorhandenen Kohlenmenge entspricht.

Schmilzt man andere Organe z. B. Leber mit Aetzkali zusammen und verfährt im Uebrigen wie bei den Lungen, so erhält man keinen wägbaren Rückstand, vielmehr nur Farbstoffe, welche in Säure, Alkohol und Aether vollständig löslich sind.

Es erübrigt noch mitzutheilen, dass auch aus normalen Rindslungen in gleicher Weise ein kohlehaltiger Rückstand erhalten wird, der aber zum grösseren Theil aus Staub bezw. Sand und nur zum kleineren Theile aus Kohle besteht.

Versuch I.

33,2 g der getrockneten und entfetteten Rindslunge — entsprechend 276 g frischer Lunge — geben 0,122 g kohligen Rückstand, entsprechend **0,044 %** des frischen Lungengewebes.

Versuch II.

39 g getrocknete und entfettete Lunge — entsprechend 286 g frischer Lunge — gaben 0,099 g kohligen Rückstand, entsprechend **0,034 %** des frischen Lungengewebes.

Bei den Thieren, soweit sie in feuchten Ställen und auf dem freien Lande gehalten werden, sind die Bedingungen für Kohleanhäufung in den Lungen natürlich weit weniger gegeben, demgemäss ist auch der »Kohlerückstand« absolut und procentisch weit geringer als selbst in normalen Kinderlungen und es besteht überdies dieser Rückstand zum grossen Theil aus Sand, wie die mikroskopische Untersuchung lehrte.

Ueber den Chlornatriumgehalt von Eiern, welche in Kochsalzlösungen verschiedener Concentration aufbewahrt wurden.

Von

W. Hanna,

Med. Bacc. aus Belfast.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Es ist ein Gegenstand von hohem wirthschaftlichen Interesse, festzustellen, wie Eier am besten aufbewahrt und vor dem Verderben geschützt werden können. Viele Methoden sind im Laufe der Zeit in Vorschlag gebracht und mit grösserem oder geringerem Erfolg angewendet worden. Nun ist es klar, dass Conservirungsmittel, wenn sie von Werth sein sollen, nicht bloss die Eier frisch erhalten müssen, sondern ihnen auch weder einen besonderen Geschmack noch Geruch mittheilen dürfen. Aus diesem Grunde wäre Kochsalz zweifellos ein gutes Mittel, denn eine gewisse Menge davon wird in der Regel beim Genuss der Eier verwendet.

Aus Untersuchungen, die Strauch[1]) mit Kochsalz als Conservirungsmittel gemacht hat, ersehen wir, dass Eier, wenn man sie 8 Monate in 6 proc. Kochsalzlösung einlegt, zwar vollständig conservirt, aber gleichzeitig wegen der grossen Menge des eingedrungenen Kochsalzes ungeniessbar werden. In das Innere der Eier war das Kochsalz in so grosser Menge eingedrungen,

1) Strauch, Das Hühnerei als Nahrungsmittel und die Conservirung der Eier. Bremen, 1896.

dass sie einen geradezu unangenehmen scharfen Salzgeschmack angenommen hatten, und der Dotter war ganz hart geworden.

Die vorliegende Untersuchung stellte sich die Aufgabe, festzustellen, in welcher Menge und Geschwindigkeit das Salz in Eier, welche in Lösungen verschiedener Concentration gelegt wurden, eindringt. Die Arbeit gibt nur die Grundlage für spätere bacteriologische Untersuchungen, welche zu untersuchen haben, ob die Concentrationen, welche den Eiern keinen zu starken Salzgehalt mittheilen, hinreichen, um eine Conservirung herbeizuführen.

Der Vorgang, der bei der Untersuchung eingehalten wurde, war folgender:

Die Eier wurden gewaschen, getrocknet und sorgfältig gewogen. Jedes Ei wurde in 500 ccm der betreffenden Salzlösung eingelegt. Die, welche nicht untersanken, wurden vermittelst eines Trichters hinabgedrückt, so dass jedes Ei vollständig in der Lösung untergegangen war; die Glasgefässe waren gut bedeckt, um Verdunstung zu verhindern.

Die Einwirkungszeit schwankte zwischen 1 Tag und 6 Wochen, leider war es mir nicht möglich, die Versuche über längere Zeit auszudehnen. Nach beendeter Einwirkung wurden die Eier herausgenommen, mit destillirtem Wasser abgespült, getrocknet und gewogen. Um Eiweiss und Dotter von einander zu trennen und in jedem den Kochsalzgehalt gesondert festzustellen, wurde folgendermaassen verfahren:

Das Ei wurde 10 Minuten in kochendes Wasser gelegt, bis es hart geronnen war. Bei diesem Vorgang geht nichts von dem Kochsalz, das in die Eisubstanz eingedrungen ist, verloren. Die kleine Menge Chlornatrium, die im Wasser gefunden wurde (5—10 mg), stammte, wie wir festgestellt haben, aus der Eihaut und der Schale. Auf diese Weise kann der Dotter leicht und reinlich von dem Weissen getrennt werden. In einer Anzahl von Fällen, namentlich im Anfang, haben wir das Kochen vermieden und Dotter und Eiweiss getrennt, indem durch eine entsprechende Oeffnung und Gegenöffnung in der Schale das Eiweiss entleert wurde oder indem so verfahren wurde, wie es die

Köchinnen machen, um Dotter und Eiweiss zu trennen; indessen hat sich das zuerst genannte Verfahren am besten bewährt.

Eiweiss und Dotter wurden nun jedes für sich sorgfältig gewogen, auf dem Wasserbad und späterhin bei 120° getrocknet, dann gepulvert und in einer Platinschale unter Zusatz von Natrium carbon. sicc. verascht. Die Asche wurde wiederholt mit heissem Wasser extrahirt und der Wasserauszug im Messkölbchen auf 150—200 ccm gebracht. Hiervon wurden gemessene Quantitäten nach vorausgegangener Neutralisation mit verdünnter Salpetersäure und unter Zusatz von Kaliumchromat als Indicator mit Mohr'scher Silberlösung (1 ccm = 10 mg NaCl) titrirt. Wo nur sehr geringe Kochsalzmengen zu erwarten waren, wurde der Wasserauszug der Asche auf 50 ccm eingedampft und diese ganze Quantität mit einer Silbernitratlösung titrirt, wie sie zur Titrirung des Chlorgehaltes im Trinkwasser Verwendung findet (1 ccm = 1 mg Cl = 0,607 mg NaCl).

Die Resultate sind aus den 3 Tabellen auf Seite 344, 345 und 346 ersichtlich.

Tabelle I zeigt das Gewicht des Eies vor und nach beendigter Einwirkung der Salzlösung, ferner die totale und procentische Menge NaCl im ganzen Ei.

Tabelle II zeigt die Gewichte von Eiweiss und Dotter, ferner die totale und procentische Menge NaCl im Eiweiss und im Dotter.

Tabelle III enthält eine Zusammenstellung, geordnet nach den procentischen Kochsalzmengen im ganzen Ei unter Angabe der Einwirkungsdauer und Concentration der Lösung.

Bei Vergleichung der Gewichte vor und nach der Einwirkung der Kochsalzlösungen finden wir, dass in der Regel eine entschiedene Vermehrung, in vier Fällen aber (Tabelle I, Nr. 2, 3, 4, 13 u. 19) eine Verminderung des Gewichts eintrat. Wo die Vermehrung nicht so gross ist wie der aufgenommenen NaCl-Menge entspricht, wie in Nr. 3, 5 u. s. w., da muss ein Gewichtsverlust des Eies selber, wohl von der Schale oder Austritt von Wasser, stattgefunden haben. Es ist bemerkenswerth, dass die grösste Vermehrung des Gewichts bei Eiern sich zeigte, welche in die

schwächsten Lösungen 1, 2, 3 % auf 4, 5 und 6 Wochen eingelegt waren, während die in gesättigter und halbgesättigter Lösung aufbewahrten Eier keine dem entsprechende Gewichtsvermehrung aufwiesen.

Tabelle I

Nummer	Concentration der Lösung	Zeit der Einwirkung	Gewicht des Eies bei Beginn des Versuches	Gewicht des Eies nach Beendigung des Versuches	Absolute Menge des NaCl im ganzen Ei (Eiweiss u. Dotter)	Procentuelle Menge des NaCl im ganzen Ei	Bemerkungen
	%		g	g	mg	%	
1	35	1 Tag	58,75	58,75	100	0,20	
2	35	4 Tage	48,55	48,40	160	0,39	
3	35	28 »	55,57	55,77	675	1,43	Mitte porös, dicke Schale.
4	17½	1 Tag	49,50	49,46	71	0,16	
5	17½	4 Tage	53,95	54,20	120	0,26	
6	17½	28 »	45,07	45,18	290	0,74	Mitte dicke Schale
7	7	5 »	52,15	52,42	100	0,23	
8	7	6 »	54,35	54,41	80	0,20	
9	5	7 »	37,03	37,01	77½	0,25	kleines Ei.
10	5	14 »	56,54	56,72	nicht bestimmt	—	dicke Schale.
11	5	28 »	45,85	46,50	243	0,60	
12	4¾	5 »	44,55	45,30	97	0,26	
13	4	7 »	54,75	54,70	100	0,21	
14	4	14 »	45,44	45,56	137	0,37	durchscheinend.
15	4	28 »	58,55	59,85	310	0,58	
16	4	5 Wochen	52,52	53,40	250	0,56	
17	3½	7 Tage	54,45	54,67	83	0,18	
18	3½	10 »	50,20	50,53	99	0,24	
19	3	14 »	50,08	50,02	150	0,36	Mitte durchscheinend.
20	3	21 »	53,74	53,92	187,5	0,40	durchscheinend.
21	3	28 »	59,35	59,95	201,5	0,38	
22	3	5 Wochen	60,67	61,25	222,5	0,56	
23	2	17½ Tg.	46,36	46,74	nicht bestimmt	—	porös und durchscheinend.
24	2	17½ Tg.	59,61	59,80	175	0,34	dicke Schale.
25	2	24 Tage	40,30	40,69	130	0,39	
26	2	6 Wochen	62,22	63,75	200	0,37	grosse Poren.
27	1	21 Tage	56,04	56,67	190	0,39	
28	1	28 »	47,74	48,25	130	0,31	dicke Schale.
29	1	6 Wochen	53,32	56,20	215	0,44	sehr grosse Poren ein altes Ei.

Tabelle II.

Nummer	Concentrat. der Lösung	Zeit der Einwirkung	Gewicht des Eiweisses	Absolute Menge NaCl im Eiweiss	Proc. Menge des NaCl im Eiweiss	Gewicht des Dotters	Absolute Menge NaCl im Dotter	Procent. Menge NaCl im Dotter
	%		g	mg	%	g		%
1	35	1 Tag	30,58	100	0,327	19,22	Spuren	—
2	35	4 Tage	24,24	160	0,660	16,03	»	—
3	35	28 »	32,31	510	1,57	14,85	165 mg	1,11
4	17½	1 Tag	25,20	71	0,285	18,42	Spuren	—
5	17½	4 Tage	25,35	120	0,473	19,55	»	—
6	17½	28 »	23,95	230	0,960	14,78	60 mg	0,406
7	7	5 »	25,00	100	0,400	17,27	Spuren	—
8	7	6 »	22,37	80	0,357	17,17	»	—
9	5	7 »	19,46	60	0,308	11,30	17½ mg	0,154
10	5	14 »	30,60	113	0,368	—	nicht bestimmt	—
11	5	28 »	24,25	180	0,742	16,25	63 mg	0,387
12	4¾	5 »	21,37	97	0,453	15,95	Spuren	—
13	4	7 »	29,32	100	0,341	17,40	»	—
14	4	14 »	22,78	100	0,439	13,48	37 mg	0,274
15	4	28 »	34,56	240	0,694	18,28	70 »	0,382
16	4	5 Wochen	26,35	180	0,683	18,18	70 »	0,385
17	3½	7 Tage	31,56	83	0,263	13,33	Spuren	—
18	3½	10 »	25,01	99	0,395	16,10	»	—
19	3	14 »	24,83	100	0,402	16,65	50 mg	0,300
20	3	21 »	26,50	120	0,452	19,90	67,5 »	0,339
21	3	28 »	34,65	145	0,447	17,78	56,5 »	0,317
22	3	5 Wochen	25,46	170	0,667	17,63	52 »	0,297
23	2	17½ Tg.	25,18	100	0,397	13,97	nicht bestimmt	—
24	2	17½ Tg.	33,10	120	0,362	18,28	55 mg	0,303
25	2	24 Tage	22,87	100	0,437	9,97	30 »	0,301
26	2	6 Wochen	34,91	140	0,401	17,87	60 »	0,335
27	1	21 Tage	31,33	135	0,430	17,03	55 »	0,322
28	1	28 »	23,20	85	0,366	17,62	45 »	0,255
29	1	6 Wochen	28,37	140	0,493	20,47	75 »	0,366

Die Kochsalzmengen, welche in die Eier eingedrungen sind, erscheinen absolut und relativ nicht so beträchtlich; 675 mg ist die grösste Menge, sie repräsentirt 1,43 % der Eisubstanz. Dieses Ei (Tab. I Nr. 3) war 4 Wochen in gesättigter Kochsalzlösung gelegen.

Tabelle III.

Nr.	4	17	1	8	13	7	18	9	5	12	28	24	19	14
Procent NaCl im ganzen Ei .	0,16 %	0,18 %	0,20 %	0,20 %	0,21 %	0,23 %	0,24 %	0,25 %	0,26 %	0,26 %	0,31 %	0,34 %	0,36 %	0,37 %
Zeit der Einwirkung . . .	1 Tag	7 Tage	1 Tag	6 Tage	7 Tage	5 Tage	10 Tage	7 Tage	4 Tage	5 Tage	28 Tage	17½ Tage	14 Tage	14 Tage
Concentration d. Lösung . . .	17½ %	3½ %	35 % (gesättigt)	7 %	4 %	7 %	3½ %	5 %	17½ %	4¾ %	1 %	2 %	3 %	4 %

Nr.	26	21	27	25	2	20	29	22	16	15	11	6	3
Procent NaCl im ganzen Ei .	0,37 %	0,38 %	0,39 %	0,39 %	0,39 %	0,40 %	0,44 %	0,56 %	0,56 %	0,58 %	0,60 %	0,74 %	1,43 %
Zeit der Einwirkung . . .	6 Wochen	28 Tage	21 Tage	24 Tage	4 Tage	21 Tage	6 Wochen	5 Wochen	5 Wochen	28 Tg.	28 Tg.	28 Tg.	28 Tage
Concentration d. Lösung . .	2 %	3 %	1 %	2 %	35 % (gesättigt)	3 %	1 %	3 %	4 %	4 %	5 %	17½ %	35 % (gesättigt)

Wir finden, dass in den stärksten Lösungen (gesättigt und halbgesättigt) das Eindringen von Kochsalz in das Ei zuerst sehr rasch, aber später um vieles langsamer stattfindet. Es ergibt sich ferner, dass ein Ei, welches 4 Tage lang in einer gesättigten Lösung eingelegt war, beinahe so viel Procente Salz enthält als ein Ei, das in 1, 2 oder 3 proc. Lösung 6, bezw. 5 oder 4 Wochen aufbewahrt war.

Im allgemeinen ist, wie nicht anders zu erwarten, die eingedrungene Chlornatrium-Menge ungefähr proportional der Einwirkungszeit und der Concentration der Lösung. Die Verschiedenheiten hängen sehr wahrscheinlich ab von der Porosität der Schale und der Dicke und Durchdringlichkeit der Eihaut. Jedes Ei variirt in dieser Beziehung von den anderen.

Was nun die relative Menge von NaCl in Eiweiss und Dotter anbetrifft, so ist es klar, dass eine beträchtliche Menge im Eiweiss vorhanden sein wird, bevor etwas davon in den Dotter eindringt. Nach 14 Tagen finden wir, dass bei einer 4 proc. Lösung eine gewisse Menge Salz in den Dotter eingedrungen ist und allmählich zunimmt, bis z. B. bei einer gesättigten Lösung der Kochsalzgehalt des Dotters nach 4 Wochen 1,1 % beträgt (Tab. II Nr. 3) gegenüber 1,5 % NaCl im Eiweiss.

Alle Eier, welche zur vorliegenden Untersuchung Verwendung fanden, wurden beim Herausnehmen aus der Salzlösung gut befunden, soweit das Aussehen und der Geruch ein Urtheil zulassen. Was den Geschmack der in Salzlösung von 1—5 % eingelegten Eier betrifft, so können wir nur sagen, dass auch nach 4 Wochen kein Salzgeschmack zu spüren ist, ja man wird sich dessen, dass die Eier irgendwie verändert sind, überhaupt nicht bewusst. Bei einer über diese Concentration und Zeit hinausgehenden Einwirkung den Geschmack zu prüfen, fanden wir keine Gelegenheit.

Ueber leukocide Substanzen in den Stoffwechselproducten des Staphylococcus pyogenes aureus.

Von

Dr. **Oskar Bail.**

Aus dem hygienischen Institute der deutschen Universität Prag.

I.

Im Jahre 1894 machte H. van de Velde[1]) die Mittheilung, dass es ihm gelungen sei, im Exsudate von Kaninchen, die einer intrapleuralen Infection mit dem Staphylococcus pyogenes aureus erlegen waren, ein Gift nachzuweisen, das im Stande sei, lebende Leukocyten in kürzester Zeit unter eigenthümlichen Absterbeerscheinungen zu vernichten. Diese Degenerationsvorgänge, die man direct unter dem Mikroskope verfolgen könne, sobald man einem Tröpfchen Pleuraexsudat des erlegenen Kaninchens ein solches einer, lebende Leukocyten enthaltenden Flüssigkeit zusetze, wurden wie folgt beschrieben:[2])

1. Les leucocytes rétractent leur pseudopodes et deviennent ronds;

2. Une zone claire apparait à leur périphérie, tandis que leur centre devient granuleux;

3. La zone claire envahit le centre, tandis que les granulations disparaissent.

---

1) H. van de Velde, Etude sur le mecanisme de la virulence du staphylocoque pyogène. La Cellule, tom. X, 2 fasc. p. 403

2) In einer etwas später erschienenen Arbeit von Denys et v. d. Velde, Sur la production d'une antileukocidine chez les lapins, vaccineés contre le staphylocoque pyogène. La Cellule, tom. XI, 2 fasc., p. 359.

4. Le globule se vide complétement et il est réduit à une vésicule creuse, constituée par une mince membrane et dans laquelle se trouve habituellement le noyau sous la forme d'une goutelette très réfringente.«

Das Endergebnis aller dieser Veränderungen bietet ganz dasselbe Bild, wie es die Leukocytenreste darbieten, die sich im Staphylococcenexsudate des Kaninchens finden.

Wie bemerkt nimmt v. d. Velde als Ursache dieser Degeneration ein von den Staphylococcen abgesondertes Gift an, das er »Leukocidin« nennt; die Wirksamkeit desselben wird durch kurzandauernde Erwärmung auf 58° aufgehoben, nicht aber durch Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung oder Serum, die ziemlich hoch getrieben werden kann. Die weiteren Schlüsse, die der Verfasser hieraus zieht und die folgenden Arbeiten,[1]) die sich mit der Bildung eines »Antileukocidins« im Körper staphylococcenimmuner Thiere befassen, können zunächst ausser Betracht bleiben.

Es kam zunächst für die vorliegende Untersuchung darauf an, das thatsächliche Vorhandensein eines solchen Leukocytengiftes, das vom Staphylococcus pyogenes aur. producirt wird, nachzuweisen.

Dass die Leukocyten durch denselben geschädigt werden, war wohl schon vor v. d. Velde gelegentlich bemerkt und ausgesprochen worden; es sei hier nur Borissow[2]) erwähnt, der bei Versuchen mit staphylococcenhaltigen Spindelröhrchen fand, dass die eingedrungenen farblosen Zellen »zum grössten Theil ganz zerstört« waren.

Auch die ganz charakteristischen Absterbeerscheinungen, wie sie v. d. Velde und Denys und v. d. Velde beschreiben, waren nichts vollkommen Neues. Bei Versuchen über »Leukolyse«

---

1) Van de Velde, Contribution ar l'immunisation des lapins contre le staphylocoque et le streptocoque pyogènes. Annales de l'Inst. Pasteur, tom. X, Octobre 1896, p. 580.

2) Borissow, Ueber chemotaktische Wirkung verschiedener Substanzen auf amöboide Zellen etc. Ziegler's Beiträge, Bd. XVI, S. 432.

constatirte Botkin[1]) Zerstörungen an den Zellen, infolge Zusatzes von starken Peptonlösungen, die nach der Beschreibung mit den hier in Frage kommenden die grösste Aehnlichkeit besitzen.

Das Verdienst aber, den Zusammenhang zwischen der Leukocytenvernichtung und dem Wachsthum des Staphylococcus erkannt und festgestellt zu haben, gebührt ohne Zweifel dem belgischen Forscher.

Es muss Wunder nehmen, dass weitere Mittheilungen über diese wichtige Entdeckung in der Literatur, soweit sie zu Gebote stand, nicht aufgefunden werden konnten, wenn man berücksichtigt, dass die Velde'schen Angaben ganz geeignet erscheinen, über wichtige Punkte, die einerseits die Infectionsbedingungen, andererseits die Schutz- und Abwehrkräfte des thierischen Organismus betreffen, einiges Licht zu verbreiten. Es würde daraus einmal die Wichtigkeit der farblosen Zellen für die Abwehr hervorgehen, dann aber auch die theoretische Forderung Kruse's erfüllt sein, die für jede erfolgreiche Infection ein von dem betreffenden Mikroorganismus hervorgebrachtes »Lysin« verlangt, dem die Aufgabe zufällt, die Schutzkräfte des Körpers zu paralysiren. Das Vorhandensein ähnlicher Substanzen wäre durch Velde, der ja auch ein Gift, das die schützende Wirkung der Körpersäfte neutralisirt, annimmt, bewiesen.

Die nachfolgenden Untersuchungen haben lediglich das »Leukocidin« zum Gegenstande. Einmal begonnen, nahmen sie bald einen derartigen Umfang an, dass ihre Ausführung gewiss noch lange Zeit in Anspruch nehmen wird. Ueber einen Punkt aber, nämlich über das Verhalten der bactericiden Substanzen der Leukocyten, nach ihrem Absterben, dürfte bereits völlige Klarheit erreicht sein.

Vorher noch einige Angaben.

Der zu den Experimenten verwendete Staphylococcus war der Sammlung des hygienischen Institutes entnommen worden;

---

1) Botkin, Ueber die Löslichkeit der weissen Blutkörperchen in Peptonlösungen. Virchow's Archiv, 1894, Bd. 137, S. 476.

2) Kruse, Bemerkungen über Infection, Immunität und Heilung. Ziegler's Beiträge, 1893, S. 332.

er soll aus einem Falle von Osteomyelitis reingezüchtet worden sein, war aber dann durch lange Zeit, mindestens 2 Jahre, auf den gebräuchlichen Nährböden fortgezüchtet worden. Angaben über die ursprüngliche Virulenz, sowie über etwaige Thierpassagen fehlten.

Seine Kraft zu Beginn der Versuche ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Tabelle I

Nummer des Thieres	Dosis des intrapleural injic. Staphylococcus	Wirkung
5	¾ Agarcultur	stirbt Nachts
6	4 Oesen Agarcultur	» »
7	3 » »	» »
8	3 » »	lebt; stirbt erst nach 2 Tagen

Die benutzten Thiere (die Versuche sind alle ausschliesslich an Kaninchen angestellt) waren mittelgross, der Staphylococcus einer 24 Stunden alten Agarcultur entnommen, die Injection erfolgte in die rechte Brusthöhle. Da nur solche Thiere zum Versuche genommen wurden, die der Infection spätestens binnen 24 Stunden erlagen, so war die anwendbare Dosis letalis minima mit 3 Ösen Agarcultur festgestellt.

Sonst erwies sich der verwendete Coccus in allen morphologischen und culturellen Eigenschaften als echter Staphylococcus pyogenes aureus. Seine Farbstoffbildung war anfangs nicht eben stark, wurde aber späterhin eine recht lebhafte, so dass Agarculturen nach 24 Stunden in der Regel eine schön goldgelbe Farbe angenommen hatten.

Die Steigerung der Virulenz gelang sehr leicht durch fortgesetzte Thierpassagen, wobei immer die aus Exsudat oder Blut eines verendeten Kaninchens nach 24 Stunden gewonnenen Agarculturen zur intrapleuralen Infection eines neuen Thieres verwendet wurden.

Nach ca. 20 Passagen tödtete bereits $^1/_{10}$ Oese ein mittelschweres Thier in nicht ganz 24 Stunden, mit reichlichem Staphylococcenbefund im Blute.

Eine weitere Virulenzbestimmung, übrigens an kleinen Kaninchen von 500—530 g, da grössere zur Zeit zu andern Versuchen verwendet werden mussten, gibt folgende Tabelle wieder.

Tabelle II.

Nummer des Thieres	Intrapleural injicirte Dosis	Wirkung
88	1/20 Oese 24 stünd. Agarcultur	stirbt Nachts
89	1/40 » » »	» »
90	1/60 » » »	» »

Mit 1/60 Oese war also die kleinste tödtliche Gabe noch nicht erreicht, so dass der ursprünglich wenig wirksame Staphylococcus in einen derart virulenten umgewandelt worden war, dass er dem von v. d. Velde benutzten, der in der Menge von 1/160 ccm Bouilloncultur in 40, bei 1/80 ccm in 20 Stunden tödtete, kaum etwas nachgegeben haben dürfte. Allerdings waren die Versuchsthiere beträchtlich kleiner. Uebrigens hatte, für die zunächst vorliegenden Versuchsreihen, die auf Zehntel von Oesen genaue Virulenzbestimmung nur beschränkten Werth, da zur Erzielung eines giftreichen Exsudates immer die vielfach tödtliche Dosis, meist eine ganze Oese, eingespritzt wurde. Die Injection erfolgte in der Regel spät am Nachmittage oder Abende, und es wurde ausnahmslos am Morgen des nächsten Tages das betreffende Thier, oft noch warm und ohne Todtenstarre, todt aufgefunden. Mittels steriler Instrumente wurde, wie Hahn[1]) beschrieben hat, in die rechte Brustwand, nahe dem Sternum ein Fenster geschnitten und mit steriler Pipette das angesammelte Exsudat so vollständig als möglich aufgesaugt. Die Menge desselben war meist eine sehr ansehnliche und es gehörte nicht zu den Seltenheiten, dass 12—15 ccm aus der rechten Pleurahöhle entnommen werden konnten.

Die so erhaltene Flüssigkeit war immer durch gelösten Blutfarbstoff in verschiedenem Grade roth gefärbt und mehr oder

1) Hahn, Ueber die Beziehungen der Leukocyten zur bactericiden Wirkung des Blutes. Archiv f. Hygiene, XXV, 1896, S. 105.

weniger stark trüb. Ihr Reichthum an Staphylococcen war immer ein sehr hoher, was einige aus den Versuchsprotokollen entnommene Zahlen illustriren mögen:

Tabelle III.

Nummer des Thieres	Injicirte Dosis	Pro 1 Oese rechtes Exsudat	Pro 1 Oese linkes Exsudat	Blut
48	$^{3}/_{40}$ Oesen Agarcultur	∞	18	5
49	3 » »	∞	1	1
51	2 » »	∞	0	ca. 2000
53	1 » »	2500	37	?
72	1 » »	∞	10	36
80	1 » »	∞	39	25
84	1 » »	∞	10	41
88	$^{1}/_{20}$ » »	über 7000	2	93

Es ist hier eine grössere Zahlenreihe wiedergegeben worden auch deshalb, um auf die gewaltige Differenz in der Zahl der angegangenen Colonien, wie sie zwischen dem rechts- und linksseitigen Exsudate besteht, aufmerksam zu machen; in einer ganzen Reihe von Fällen ist sogar im Blute eine weit grössere Menge von Staphylococcen zu finden, als in der linken Pleura Auf dem Umstande, dass die Injection auf der rechten Seite vorgenommen wurde, beruht dieser auffallende, noch näher zu untersuchende Unterschied allein gewiss nicht.

Was den Gehalt des Exsudates an zelligen Elementen betrifft, so ist dieser in der Regel ein relativ geringer. Im abcentrifugirten Bodensatze, der meist grauroth bis roth ist, und dessen Dicke und Mächtigkeit niemals beträchtlich wird, finden sich Staphylococcen, oft in grossen Haufen beisammenliegend, rothe Blutkörperchen und Blutschatten in mässiger Zahl, Detritus und dann, an Menge die übrigen zelligen Bestandtheile übertreffend, die Reste von Leukocyten.

Diese stellen sich als blasse, durchsichtige, scharf begrenzte runde Scheiben dar, die oft, aber nicht immer in ihrer Mitte oder mehr gegen die Peripherie hin, ein kleineres, ganz ähnliches Bläschen enthalten. Nimmt man zwischen Deckglas und Object-

träger eine etwas grössere Flüssigkeitsmenge, die unter dem Mikroskope in langsames Fliessen kommt, so kann man an den um ihre Achse rollenden Scheiben erkennen, dass man es mit streng die Kugelform einhaltenden Gebilden zu thun hat und dass das centrale Bläschen seine ursprüngliche Lage beibehält. Die Grösse anlangend, kommen solche Scheiben von verschiedenem Durchmesser vor, so dass man daraus einen Schluss auf die Art des ursprünglichen Leukocyten ziehen kann. Immer aber fällt es auf, dass die ganze Blase grösser ist, als die farblosen Zellen, denen man sonst in der Pleura begegnet, und von denen sie sich ohne Zweifel herleiten. In der weitaus überwiegenden Mehrheit dieser Zellreste ist jede Körnelung vollkommen geschwunden; wo sich in ihnen noch vereinzelte Granula finden, sind diese, in einfacher Lage, von einander durch verschieden grosse, ungleichmässige Zwischenräume getrennt, hart an den Rand der Scheibe getreten, oder liegen auch wohl zu einem kleinen Klümpchen vereinigt an irgend einer Stelle der Peripherie. Von einem sonstigen Inhalte ist nichts zu sehen; er dürfte aus der die Blase umgebenden Flüssigkeit bestehen. Die Hülle verdient vollauf den ihr von Denys und v. d. Velde gegebenen Namen einer »mince membrane«; sie ist nichts weiter als ein einfaches, strukturloses Häutchen.

Die kleineren Bläschen, (es finden sich deren 1—3) im Innern der grösseren, sind die Ueberreste des Kerns und wiederholen ganz und gar die oben beschriebene Form und Zusammensetzung. Wenn nun auch die weitaus grösste Mehrzahl der freischwimmenden zelligen Bestandtheile des Untersuchungströpfchens jeder Granulation entbehrt, so findet sich doch im Innern von Zellanhäufungen vielfach Körnelung; es ist freilich in einem solchen Falle sehr schwer zu sagen, ob man hier vielleicht noch erhaltene Leukocyten vor sich hat; es scheint aber doch, mit den späteren Beobachtungen zusammengehalten, dass in ein derartig zusammengeklumptes Häufchen das Gift nur schwer eindringen kann. — Aber auch die frei in dem Medium schwimmenden Zellen sind nicht immer alle so total degenerirt, indem sich einzelne finden, deren Kern zwar deutlich sichtbar ist — also Degenerations-

zeichen im Sinne v. d. Veldes —, deren Granula aber, obwohl undeutlicher geworden, sich doch erhalten haben. Es sind fast immer mononucleäre Zellen, die sich durch derartige grössere Widerstandskraft auszeichnen und zwar meistens die sog. »kleinen Lymphocyten«, eine Beobachtung, die mit einer grossen Anzahl früher gemachter, aber mehr nur gelegentlich erwähnter Befunde übereinstimmt. So sei z. B. erwähnt, dass Werigo[1]) bei künstlich erzeugter Hypoleucocytose an Kaninchen, die Zahl der mononuclearen Formen ziemlich constant bleiben sah, wo alle anderskernigen Zellen abnahmen. Solche Beobachtungen liessen sich noch viele anführen.

Durch Färbung dieser degenerirten Leukocyten bekommt man nicht viele neue Aufschlüsse; die Form derselben ist fast niemals mehr scharf rund, gleichgültig ob man durch Wärme nach Ehrlich, durch Alkohol-Aether nach Nikiforoff oder durch Chloroform nach Inghilleri fixirt hat: man sieht verschiedengestaltige, schwach oder diffus gefärbte Schollen, oft mit intensiver tingirten Strängen und Balken im Innern, was wohl auf Gerinnungsvorgänge des Blaseninhaltes zu beziehen ist; eine eigentliche, distinkte Kernfärbung tritt nicht ein. Findet man aber diese, so betrifft sie so gut wie ausnahmslos einkernige Zellen, meist die erwähnten Lymphocyten.

Noch deutlicher tritt diese relativ gute Erhaltung derartiger Elemente bei der Betrachtung des abcentrifugirten Bodensatzes jener Flüssigkeit hervor, die man aus der linken Brusthöhle des erlegenen Kaninchens erhalten kann. Sie findet sich stets in geringerer Menge als rechts, etwa 2—4 ccm, ist weniger roth und sehr wenig getrübt. Der Bodensatz, den man erhält, ist gering, hängt meist fester in sich zusammen, so dass er sich nicht ganz leicht zerschütteln lässt und enthält im Wesentlichen dieselben Elemente wie der rechte. Doch kann die Zahl der gut oder doch relativ gut erhaltenen Leukocyten, unter starker Betheiligung der Lymphocyten, hier eine sehr ansehnliche werden,

1) Werigo, Les globules blancs comme protecteurs du sang. Annales de l'Inst. Pasteur, 1892, p. 478.

was besonders hervortritt, wenn man unmittelbar nach der Exsudatentnahme untersucht.

Diesen Verhältnissen, sowie der Frage nach der Herkunft des »Leukocidins« u. s. w. wird eine nächste Arbeit gewidmet sein. Es bleiben nur noch kurz die Degenerationserscheinungen zu besprechen übrig, die man ausserhalb des Thierkörpers an den mit dem Gifte in Berührung gebrachten farblosen Körperchen beobachten kann.

Bringt man ein Tröpfchen des leukocidinhaltigen Pleuraexsudates mit einem solchen einer leukocytenreichen Flüssigkeit zusammen, so kann man den Vorgang der Zellzerstörung im Wesentlichen ganz in der von Denys und v. d. Velde beschriebenen Weise vor sich gehen sehen. Allerdings ist man oft in Verlegenheit zu sagen, wie das Verschwinden der Granula, das Leerwerden der Zellen eigentlich stattfindet. Wenn es auch manchmal scheint, als ob die Körnchen erst aus der Zelle austreten würden, um dann erst sogleich zu verschwinden, was einige Analogie mit dem »Zerfliessen« eines Infusors darbieten würde, so kann man dies doch sicherlich nicht als Regel hinstellen. Das Wesentliche scheint in einer anfänglichen Imbibition zu bestehen, dann aber kann man nur v. d. Velde recht geben, der die Erscheinung beschreibt: »le protoplasme se dissout dans le liquide ambiant« (l. c. p. 433).

Das Endergebnis sind schliesslich Gebilde, wie die, welche vorhin, als die Hauptmasse des Bodensatzes eines Staphylococcenexsudates beschrieben wurden. Nur scheint die Degeneration, die in Hinkunft, der Kürze halber, als »blasige Degeneration« bezeichnet sein möge, hier womöglich noch weiter zu gehen, indem bei einigermassen längerer Ausdehnung der Beobachtung gar oft auch das, die Stelle des Kerns einnehmende Bläschen spurlos verschwindet.

Bezüglich der Dauer der Reaction, d. h. der Zeit, die von der Beibringung des Giftes bis zur Vollendung der blasigen Degeneration verstreicht, muss bemerkt werden, dass dieselbe keineswegs immer die gleiche ist; von Thieren, die mit derselben Menge, desselben Staphylococcus geimpft waren, ent-

nommenes Exsudat, liess in dieser Hinsicht Unterschiede von mehreren Minuten bemerken. Die Zeit, die v. d. Velde als hinreichend angibt, 2—3 Minuten, genügte nur selten, meist waren 5—8 Minuten zur Beendigung der Blasenbildung erforderlich. Ganz wie nach dem Befunde im Pleuraexsudate von Staphylococcenkaninchen anzunehmen war, fand sich auch bei der directen Beobachtung eine bedeutend höhere Widerstandsfähigkeit gegenüber dem deletären Einflusse des Leukocidins seitens der kleinen Lymphocyten, wie denn auch hier die Wahrnehmung gemacht wurde, dass grössere Anhäufungen von weissen Körperchen dem Eintritte des Giftes schwer zugänglich sind; während die freischwimmenden und die am Rande derartiger Klumpen gelegenen Leukocyten bereits völlig blasig degenerirt waren, fanden sich in der Mitte derselben noch gut granulirte Zellen. Durch ½ stündiges Erwärmen auf 60° geht die leukocide Wirkung eines solchen Staphylococcenexsudates vollständig zu Grunde; setzt man so behandeltes Exsudat einer leukocytenhaltigen Flüssigkeit zu, so erfolgen in den angegebenen Zeiten keinerlei Absterbeerscheinungen an den Zellen, die bei 37° gehalten, schon nach kurzer Zeit Pseudopodien bilden und durch Stunden lang ihre amöboiden Formveränderungen ausführen können. Das gleiche Resultat ergab der fast jedesmal zur Controle vorgenommene Zusatz einer anderen Flüssigkeit (Serum, abcentrifugirte Flüssigkeit eines Aleuronatexsudates, Ascites und Ovarialcystenflüssigkeit, physiologische Kochsalzlösung). Auch peptonhaltige Medien (Peptonwasser, Bouillon) ergaben keine blasige Degeneration, was mit den Angaben von Tchistowitsch[1]) übereinstimmt; so stark concentrirte Lösungen aber, wie Botkin (a. a. O.) sie anwendete, konnten hier umsoweniger in Frage kommen, als die diesbezüglichen Versuche dieses Autors hauptsächlich an den Zellen eines Furunkeleiters angestellt wurden, der möglicherweise (Botkin macht darüber keine Angabe) durch Staphylococcen erzeugt war und daher schon Leukocidin enthalten haben konnte; dieses wird noch wahrscheinlicher durch die Angabe, dass auch in dem nicht

1) Tchistowitsch, Hämatologische Notizen. I. Zur Frage über die Leukolyse. Centralblatt für die medic. Wissenschaften, 1894, Nr. 14 u. 15.

mit Peptonlösung versetzten Eiter, derartige Degenerationen aufgetreten seien; es ist demnach nicht ausgeschlossen, dass Botkin die Erscheinung der blasigen Degeneration, ohne ihren Zusammenhang mit der Anwesenheit des Staphylococcus zu erkennen, als eine Form der »Leukolyse« beschrieb. Eine wirkliche Auflösung des ganzen Leukocyten findet zwar bei der Leukocidineinwirkung nicht statt, wohl aber ist man gezwungen, sich das Verschwinden des Zellinhaltes als einen partiellen Lösungsvorgang zu deuten. — Aehnliche, wenn auch unterscheidbare Bilder kann man übrigens durch Zusatz von reinem, destillirten Wasser zu den weissen Körperchen erhalten; an eine dementsprechende Wirkung des leukocidinhaltigen Staphylococcenexsudats kann man aber wohl kaum denken.

Es bleibt also nach dem Obigen schwerlich etwas anderes übrig, als mit v. d. Velde anzunehmen, dass durch das Wachsthum des Staphylococcus pyogenes aureus ein Gift erzeugt wird, welches er »Leukocidin« nennt und das im Stande ist, auf lebende Leukocyten schädigend einzuwirken, indem es sie unter Hervorrufung eigenthümlicher, hier kurz als »blasig« bezeichnete Degenerationsvorgänge tödtet. Ob die Production dieses oder eines entsprechenden Giftes ausschliesslich dem Staphylococcus pyog. aur. zukommt, wie Denys und v. d. Velde (l. c. p. 361) angeben, oder auch anderen Mikroorganismen, die ebenso wie der Staphylococcus mit den Abwehrkräften der Zellen zu kämpfen haben, eigenthümlich ist, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

Bei der Beobachtung des eigenthümlichen Verlaufes der blasigen Degeneration, der ganz den Eindruck der Auflösung der Zelle und eines Uebertrittes ihres Inhaltes in das umgehende Medium macht, musste die Frage auftauchen, was wohl dabei mit den bactericiden Substanzen geschehe? Es konnte angenommen werden, dass entweder das Staphylococcengift, zugleich mit dem Leben der Zelle auch die keimtödtende Substanz derselben zerstört, oder aber, dass diese sich bei den Auflösungsvorgängen in der Flüssigkeit vertheilt.

Dass aber eine germicide Kraft, die ja ihrerseits wieder an gewisse Stoffe gebunden sein muss, den Leukocyten thatsächlich zukommt, dafür liefern die Arbeiten von Hankin, Denys, Havet, Buchner, Hahn, Schattenfroh u. A. einen unwiderleglichen Beweis. Sind ja doch bereits mit Erfolg Versuche gemacht worden (Schattenfroh)[1], die bactericiden Substanzen aus den Leukocyten zu »extrahiren«.

Sobald ein genügend virulenter Staphylococcus zur Erzeugung eines leukocidinhaltigen Exsudates zur Verfügung stand, wurden diesbezügliche Versuche unternommen, indem je eine Hälfte eines sterilen, leukocytenreichen Kaninchenexsudates mit activem, beziehungsweise durch Erwärmen inactivirtem Leukocidin versetzt und hierauf mit einem pathogenen Bacterium inficirt wurde. Es ergab sich das Resultat, dass mit der blasigen Degeneration der Leukocyten, die bactericide Kraft der sie enthaltenden Flüssigkeit nicht nur nicht sinke, sondern vielmehr gesteigert werde. Als diese Thatsache feststand, wurden die Experimente erweitert; dabei ergab sich eine derartige Uebereinstimmung, dass sie, wenigstens in der angewendeten Form, als abgeschlossen betrachtet werden können.

Bezüglich der Technik wurde als leukocide Substanz ausschliesslich Exsudat von Kaninchen verwendet, die innerhalb 24 Stunden der intrapleuralen Injection von virulenten Staphylococcen erlegen waren. Dasselbe wurde, wie erwähnt, mit steriler Pipette entnommen, centrifugirt, und die vollständig klare, überstehende Flüssigkeit mit Aether sterilisirt. Sobald der Aether völlig verdunstet war, wurde eine Aussaat auf schräg erstarrtem Agar gemacht, die in der Regel die vollkommene Sterilität des verwendeten Präparates ergab.

Selbstverständlich wurde sowohl vor als nach der Aethereinwirkung eine Prüfung des leukociden Verhaltens vorgenommen; dieselbe bewies, dass infolge der Sterilisation in den meisten

---

1) Schattenfroh, Münchner medic. Wissenschaft, 1897, Nr. 1, und: Weitere Mittheilungen über die bactericiden Leukocytenstoffe. Dieselbe Wochenschrift, 1897, Nr. 16.

Fällen keine Aenderung darin eingetreten sei. Nur ab und zu schien es, als ob die blasige Degeneration der weissen Körperchen etwas verspätet eintrete, doch handelte es sich dabei nur um Differenzen von 1—3 Minuten, gegenüber dem nicht ätherisirten Leukocidin.

Das sterile leukocytenreiche Material wurde durch Injection von Aleuronatbrei in die rechte Brusthöhle grosser Kaninchen, in der von Hahn ausführlich angegebenen Weise, gewonnen. Desgleichen geschah auch die Bestimmung des Fortschreitens der Keimvernichtung ganz nach der von der Buchner'schen Schule bis ins Detail ausgearbeiteten Methode. Die Aussaaten wurden immer relativ klein, meistens um 1000 Keime, genommen, die Zählung erfolgte, da es sich um relative Zahlen handelte, nach 48stündigem Aufenthalte der Platten bei Zimmertemperatur.

Als ganz constant erwies sich die bedeutend erhöhte bactericide Wirkung jener Proben, in welchen die vorhandenen Leukocyten durch längere oder kürzere Zeit der auflösenden Wirkung des Leukocydins ausgesetzt waren. In keinem Falle fand hiervon eine Ausnahme statt, trotzdem die Versuche in der verschiedensten Weise variirt wurden; auch erstreckte sich die tödtende oder mindestens hemmende Kraft auf alle untersuchten Bacterienarten, wenn auch quantitative Unterschiede, die ihrerseits bei der Wiederholung constant blieben, deutlich hervortraten. So wurden der Bacillus typhi und der Vibrio Cholerae am stärksten, der Bacillus pyocyaneus am schwächsten beeinflusst und bei Anwendung des Bacillus prodigiosus beschränkte sich die Wirkung auf eine deutlich hervortretende Entwicklungshemmung.

Folgende Tabellen mögen dies illustriren:

Einsaat von Vibrio cholerae asiat.

Versuchsanordnung: Die Leukocyten aus je 2 ccm Aleuronatexsudat abcentrifugirt, mit 1 ccm activem, bezw. inactivem Leukocidin versetzt und durch 1 Stunde bei 37°, bis zur Vollendung der blasigen Degeneration stehen gelassen. Hierauf mit 1 ccm Bouillon als Nährlösung versetzt, centrifugirt und die abgegossene klare Flüssigkeit zur Aussaat verwendet. Controle mit ebenso behandelten activen und nichtactiven Leukocidin allein.

Tabelle IV.

	Sofort nach Einsaat	Nach 1½ Std.	3 Std.	6 Std.
»Extract« aus den Leukocyten, vermittelst activen Leukocidins erhalten	596	0	23	18
Desgl. vermittelst inactiven Leukocidins	848	840	üb. 1500	∞
Activ. Leukocidin ohne Leukocyten	976	912	üb. 1500	∞
Inactives Leukocidin	420	488	üb. 1500	∞

Einsaat von Bacillus prodigiosus.

Versuchsanordnung dieselbe.

Tabelle V.

	Sofort nach der Einsaat	Nach 1 Std.	3 Std.	6 Std.
»Extract«, erhalten mit activem Leukocidin	1432	608	1064	üb. 2000
Desgl. mit inactivem Leukocidin	1096	1416	üb. 2000	∞
Actives Leukocidin	1024	1232	üb. 2000	∞
Inactives Leukocidin	1960	1122	üb. 2000	∞

Schon aus diesen beiden Beispielen kann man übrigens entnehmen, welche Schwierigkeiten einer einwandsfreien Controlle entgegenstanden. Was zunächst die Leukocyten betrifft, so wurde anfänglich das Gesammtexsudat, in der Menge von 2 ccm für jedes Röhrchen angewendet; es ergab sich dabei zwar ebenfalls jedesmal eine beträchtlich erhöhende Wirkung der Leukocytenzerstörung auf die Keimvernichtung, aber sie trat nicht vollkommen rein hervor, wie folgende, kurz angeführte Tabelle beweist:

Einsaat von Staphylococcus pyog. aur.

2 ccm Exsudat mit 1 ccm activem, bezw. inactivem Leukocidin versetzt und durch 1 Stunde bei 37° gehalten; dann Einsaat.

Tabelle VI.

	Sofort nach Einsaat	Nach 1 Std.	3 Std.	6 Std.
Exsudat mit activem Leukocidin	1900	880	240	220
Exsudat mit inactivem Leukocidin	2300	1100	600	960

Es hatte also auch das mit inactivem Leukocidin versetzte Exsudat eine starke, wenn auch deutlich schwächere Wirksamkeit, als das mit activem behandelte ausgeübt.

Es musste also, falls sich die Wirkung der Leukocyten, beziehungsweise der in ihnen enthaltenen keimtödtenden Substanzen, unzweifelhaft ergeben sollte, die bactericide Fähigkeit der Exsudatflüssigkeit ausgeschaltet werden; das einfachste Mittel hiefür bietet sich in der Centrifugirung des zum Versuche bestimmten Exsudatquantums, Abgiessen der obenstehenden Flüssigkeit und alleiniger Verwendung des aus Unmengen von Leukocyten bestehenden Bodensatzes. Freilich, ganz lässt sich so alle Flüssigkeit nicht entfernen, da immer ein Theil in den Poren des Bodensatzes festgehalten werden wird und die Zellen in sich selbst ebenfalls eine gewisse Menge aufgenommen haben müssen. Letztere aber lässt sich auch durch die sinnreiche Methode Schattenfroh's, die Leukocyten mehrmals mit physiologischer Kochsalzlösung zu »waschen«, nicht wegbringen. Auch war dieses »Waschen« für die vorliegenden Versuche nicht anwendbar, da ein grosser Theil der Zellen dabei zu arg geschädigt wird; es sollte aber mit lebenden Leukocyten operirt werden.

Es wurde daher die betreffende Exsudatmenge (2—3 ccm in jeder Eprouvette) mit etwa derselben Menge physiologischer Kochsalzlösung gut vermischt und sofort centrifugirt; der grauweisse oder grauröthliche Bodensatz kam in den Brutschrank von 37° und eine Probeentnahme zeigte regelmässig, dass die Leukocyten gut erhalten waren und in kurzer Zeit auf dem gewärmten Objecttisch Pseudopodien entwickelten. Erst dann erfolgte der Zusatz des Leukocidins. Hier ergab sich nun eine weitere Schwierigkeit: denn erstens konnte demselben an und für sich noch bactericide Eigenschaften zukommen, da es ja im Wesentlichen nichts anderes als Exsudatflüssigkeit war und zweitens musste es die Stoffwechselproducte des Staphylococcus in beträchtlicher Menge enthalten.

In der That konnte ein deutlich hemmender Einfluss von Seite des Leukocydins auf die Entwicklung der eingesäten Bacterien öfters bemerkt werden, sobald dieses in grösserer Menge

(1 ccm) unverdünnt angewendet wurde. Folgende 2 Versuche, die in etwas verschiedener Weise mit Bacillus typhi und Bacterium coli commune angestellt wurden, seien zum Beweise angeführt.

Einsaat von Bac. typhi.

Die aus 2 ccm Exsudat durch Centrifugiren erhaltenen Leukocyten wurden mit 1 ccm activem, bezw. inactivem Leukocydin durch 1 Stunde bei 37° stehen gelassen, dann als Nährflüssigkeit 1 ccm inactiver Exsudatflüssigkeit zugesetzt, centrifugirt, die obenstehende klare Flüssigkeit zur Einsaat benutzt. Controle mit activem und inactivem, ebenso behandeltem Leukocidin.

Tabelle VII.

	Sofort nach der Einsaat	Nach		
		1½ Std.	3 Std.	6 Std.
»Extract« aus den Leukocyten, mit activem Leukocidin	1176	248	4	1
Desgl. mit inactivem Leukocidin	928	760	828	üb. 2000
Actives Leukocidin allein	1456	688	592	292
Inactives Leukocidin allein	904	1020	üb. 1500	∞

Einsaat von Bacterium coli commune.

Versuchsanordnung wie oben, aber als Nährstoff statt inactiver Exsudatflüssigkeit 1 ccm Bouillon zugesetzt.

Tabelle VIII.

	Sofort nach der Einsaat	Nach		
		1½ Std	3 Std.	6 Std.
»Extract« mit activem Leukocidin	624	492	176	39
Desgl. mit inactivem Leukocidin	568	665	üb. 2000	∞
Actives Leukocidin allein	536	334	228	74
Inactives Leukocidin allein	728	8'6	üb. 2000	∞

Bei Betrachtung dieser Zahlen musste der Einwand naheliegend erscheinen, dass die starke Keimvernichtung der ersten Reihe nichts anderes sei als der Effect zweier entwicklungsschädlicher Kräfte, einmal der in den Leukocyten gelegenen, bactericiden Substanz, dann aber der im Leukocydin enthaltenen, bacteriellen Stoffwechselproducte.

Es gelang aber, diesen Einwand definitiv zu beseitigen, sobald nicht mehr reines, sondern mit physiologischer Kochsalz-

lösung im Verhältnisse 2:4 verdünntes Leukocidin verwendet wurde. In dieser Verdünnung vernichtet es wie vorher die Leukocyten, aber ein hemmender Einfluss auf die Bacterienentwicklung ist nicht mehr wahrzunehmen.

Was schliesslich den Zusatz einer, als gut nährend bekannten Flüssigkeit betrifft, so erfolgte er einerseits, um die Verdünnung des Leukocidins noch weiter zu treiben, dann aber auch um dem Einwande zu begegnen, dass in den Eprouvetten keine für die Bacterienentwicklung leicht assimilirbaren Stoffe enthalten seien. Als Zusatz wurde anfänglich Bouillon, später aber die von den Leukocyten abcentrifugirte und durch einstündiges Erwärmen auf 60° »inactivirte« Exsudatflüssigkeit angewendet; Controllversuche hatten diese als vorzügliches Culturmedium erkennen lassen.

Um die in dem aus Leukocyten bestehenden Bodensatze noch enthaltene wirksame Exsudatflüssigkeit nicht zu vernachlässigen, erhielt jedes Controllröhrchen einen Zusatz von 4 bis 5 Tropfen der über dem Bodensatze stehenden, mehr weniger opalescirenden und nicht weiter veränderten Flüssigkeit, also sicher vielmal mehr als die Versuchseprouvetten enthalten konnten. Theoretisch wäre noch ein letztes Postullat zu erfüllen, indem man zeigen müsste, dass thatsächlich die mit dem activen bzw. nichtactivem Leukocidin in Berührung gewesenen Leukocyten ihre bactericide Substanz abgegeben bzw. behalten haben. Es müssten dann die in irgend einer Flüssigkeit suspendirten Zellreste oder Zellen im ersteren Falle keine, im letzteren eine deutlich erkennbare, hemmende Eigenschaft aufweisen. Es wurden auch einige Versuche in dieser Richtung angestellt und ihre Resultate sollen weiter unten mit angegeben werden. Viel Werth aber dürfte ihnen nicht zuzurechnen sein. Denn, abgesehen von der technischen Schwierigkeit, aus der mit Flocken und Flöckchen dicht erfüllten Flüssigkeit die Aussaatproben jedesmal in gleicher Weise zu entnehmen, ist man gezwungen, die Bodensätze mit physiologischer Kochsalzlösung nochmals zu »waschen«, um die vorher bereits extrahirten bactericiden Stoffe zu entfernen, was, wie oben auseinandergesetzt wurde, an sich nicht unbedenklich

ist. Dann aber lässt sich noch immer nicht angeben, wie viele Leukocyten etwa der blasigen Degeneration entgangen sein konnten, die nun möglicherweise das Resultat beeinflussen. —

Für die nunmehr mitzutheilenden Versuchsreihen wurde demnach folgende Anordnung ausgearbeitet und eingehalten.

Je 2—3 ccm eines sterilen, durch Aleuronatinjection in die Brusthöhle von Kaninchen gewonnenen Exsudats wurden in 2 Eprouvetten mit etwas mehr als derselben Menge physiologischer Kochsalzlösung versetzt und sofort centrifugirt. Von der überstehenden opalescirenden Flüssigkeit wurde ein Theil entnommen und in die zur Aufnahme des activen und inactiven Leukocidins bestimmten Controllröhrchen je 4—5 Tropfen gebracht. Der Rest wurde abgegossen und durch ca. 1 Stunde auf 60° erhitzt. Der aus Leukocyten bestehende Bodensatz wurde auf ca. 1/2 Stunde in den Brutschrank von 37° gestellt, nach dieser Zeit eine Probe entnommen und auf dem geheizten Objecttische auf die Lebensfähigkeit der Zellen untersucht. Hierauf erfolgte der Zusatz des mit Aether sterilisirten und im Verhältnisse 2:4 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnten Leukocidins in der Menge von 1 1/2 ccm zu den Röhrchen I und III. Eine entsprechende Menge des inactivirten Leukocydins kam zu II und IV; selbstverständlich war in den die Zellen enthaltenden Eprouvetten vorher jede Flüssigkeit, soweit als thunlich, entfernt worden. Sämmtliche Proben blieben darauf durch 1 Stunde bei 37° stehen, wobei sie wiederholt umgeschüttelt wurden; die nach dieser Zeit vorgenommene mikroskopische Prüfung ergab dann weit vorgeschrittene blasige Degeneration in dem activen, wohlerhaltene Zellen in dem inactiven Leukocidin. Nachdem dann in jedes Röhrchen 1 1/2—2 ccm (je nach der Menge des Bodensatzes) der inactivirten Exsudatflüssigkeit gebracht worden waren, wurde centrifugirt, die überstehende, ziemlich klare Flüssigkeit abgesaugt und nun alle Gläser mit dem betreffenden Bacterium inficirt. Sollten auch die Zellreste bzw. Zellen noch verwendet werden, so werden sie in ca. 10 ccm physiologischer Kochsalzlösung suspendirt, centrifugirt, die Flüssigkeit abgegossen und der Bodensatz mit inactiver Exsudatflüssig-

keit bis zur Menge des in den übrigen Röhrchen enthaltenen Quantums versehen.

Als Testbacterien dienten: der Staphylococcus pyogenus aureus, der Bacillus typhi, pyocyaneus und prodigiosus, das Bacterium coli commune und der Vibrio cholerae asiaticae. Alle Stämme waren der Sammlung des hygienischen Institutes entnommen, die benutzten Culturen höchstens 24 Stunden alt. Die Aussaat wurde immer relativ klein gemacht, einerseits um eine genauere Zählung zu ermöglichen, andererseits weil von Anfang an mehr Gewicht auf die Constatirung einer Entwickelungshemmung als auf die einer eventuellen Vernichtung gelegt wurde. Als Zeiten für die Anlegung von Gelatineplatten waren durch die vielfachen Versuche die von 1½, 3 und 6 Stunden als am entsprechendsten erkannt worden; nach dieser Frist begann in der Regel überall wieder Vermehrung.

Für die Tabellen bezeichnet I den »Extract« aus den Leukocyten vermittelst des activen, II den vermittelst des inactiven Leukocidins, III das active, IV das inactive Leukocidin. V und VI sind die, wie oben erwähnt, behandelten Zellrückstände von I und II.

Tabelle IX.

Einsaat von Staphylococcus pyog. aureus.

	Sofort nach der Einsaat	Nach 1½ Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 6 Stunden
I	928	416	71	49
	496	0	23	18
II	824	1056	üb. 2000	∞
	?	840	üb. 1500	∞
III	1028	1232	∞	∞
IV	872	928	∞	∞
V	896	1120	1208	1584
VI	904	672	1120	1024

Tabelle X.

Einsaat von Bacillus typhi.

	Sofort nach der Einsaat	Nach $1^1/_2$ Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 6 Stunden
I	1984	1476	0	0
	752	34	67	12
II	2104	2240	1856	üb. 3000
	984	728	1200	üb. 2000
III	2052	1696	2848	üb. 3000
IV	1912	1908	2188	üb. 3000
V	1768	2080	2408	üb. 3000
VI	2376	2290	2016	2512

Tabelle XI.

Einsaat von Bacillus pyocyaneus.

	Sofort nach der Einsaat	Nach $1^1/_2$ Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 6 Stunden
I	1440	1048	960	∞
	1232	724	736	∞
II	1768	1640	üb. 2000	∞
	840	968	1336	∞
III	1016	1152	1128	∞
IV	920	1060	üb. 2000	∞
V	872	976	üb. 2000	∞
VI	1056	1136	952	1608

Tabelle XII.

Einsaat von Bacillus prodigiosus.

	Sofort nach der Einsaat	Nach $1^1/_2$ Stunden	Nach 3 Stunden	Nach 6 Stunden
I	1736	1344	1804	3000
II	1604	1752	∞	∞
III	1536	2440	∞	∞
IV	2128	1832	∞	∞
V	2152	2720	∞	∞
VI	2565	2112	2500	∞

Tabelle XIII.
Einsaat von Vibrio cholerae asiat.

	Sofort nach der Einsaat	Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden	3 Stunden	6 Stunden
I	1424	109	504	2000
	1368	21	73	696
II	1520	1688	üb. 3000	∞
	1120	2464	∞	∞
III	1456	2500	∞	∞
IV	1664	2944	∞	∞

Tabelle XIV.
Einsaat von Bacterium coli commune.

	Sofort nach der Einsaat	Nach $1\frac{1}{2}$ Stunden	3 Stunden	6 Stunden
I	1708	1240	58	65
	736	?	648	3
II	1672	1584	1560	1928
	616	720	980	1500
III	1496	1424	2952	∞
IV	1920	1756	3170	∞

Betrachtet man die hier mitgetheilten Tabellen, die mit Ausnahme des Prodigiosusversuches eine Reihe von Doppelversuchen mit demselben Leukocidin darstellen und bedenkt, dass in den mit I—IV bezeichneten Spalten die zelligen Elemente, oder doch ihre Hauptmasse entfernt sind, und dass die Flüssigkeiten sonst als vorzügliche Nährmittel gelten müssen, so muss man zu dem Schlusse kommen, dass durch die, einer Auflösung gleichkommende blasige Leukocytendegeneration nicht nur mikroskopisch sichtbare Theile der Zellen verschwinden, sondern auch die in den farblosen Körperchen enthaltenen bactericiden Stoffe in das umgebende Medium übergehen.

Dass dieselben nirgends anders herkommen können als aus den Zellen selbst, ist durch die Versuchsanordnung bei der jede unveränderte Körperflüssigkeit entfernt ist, klargestellt; ob sie aber ihren Sitz in den Granulationen oder im Kern der Zelle haben, die beide eingreifenden Veränderungen unterliegen, bleibt unentschieden.

Durch die mikroskopische Untersuchung der dem activen und inactiven Leukocidin ausgesetzt gewesenen Leukocyten wird bewiesen, dass thatsächlich die infolge der Giftwirkung eintretende Degeneration die bactericiden Stoffe freimacht, nicht etwa die durch das Verweilen in der Flüssigkeit bei 37° bewirkte einfache Maceration, wozu übrigens die Zeit von einer Stunde schwerlich hinreichen dürfte.

Auch die Frage, ob zur Entfaltung der keimvernichtenden Kraft, wie es scheinen möchte, das Zugrundegehen der weissen Blutkörperchen erforderlich sei, wird durch die vorliegenden Versuche nicht beantwortet. Denn wenn wirklich die Leukocyten »einzellige Drüsen« vorstellen, deren Function in der Secretion bactericider Stoffe besteht, so sind diese gewiss in einer bestimmten Menge bereits vorgebildet; diese Quantität aber, die sonst allmählich »secernirt« worden wäre, wird durch die Degeneration mit einem Schlage frei und geht in die Umgebungsflüssigkeit über. Was in vitro mit den Leukocyten infolge der Leukocidinwirkung vor sich geht, das geschieht auch im Thierkörper. Hier sondert ebenfalls der Staphylococcus sein verderbliches Gift ab, dessen Effect man in den Zellresten des pleuritischen Exsudates studiren kann. Per analogiam muss man annehmen, dass dann ebenfalls bactericide Stoffe frei werden; was geschieht dabei aber mit dem Staphylococcus? Es hat ganz den Anschein, als ob sich derselbe zwar der andringenden Leukocyten erwehren könnte, indem er sie zerstört, dass er aber durch die dadurch erfolgte Entbindung ihrer antibacteriellen Bestandtheile sein eigenes Grab graben würde.

In der That kann man etwas Aehnliches im Kaninchen künstlich ersichtlich machen. Es sei gestattet, hier kurz einen Versuch zu erwähnen, der strenggenommen nicht mehr hergehört, aber beweist, dass auch durch die im Thierkörper erfolgende blasige Degeneration bactericide Kräfte aus den Leukocyten frei gemacht werden können. Ein mittelgrosses Kaninchen erhielt um 8 Uhr Morgens eine Injection von 3 ccm Aleuronatbrei in die rechte Pleura, am Abend, also zu einer Zeit, wo schon zahlreiche weisse Blutkörperchen versammelt waren, die

mehrfach tödtliche Dosis eines hochvirulenten Staphylococcus in die linke. Das Thier ist nach den beiden schweren Eingriffen zunächst ganz munter, wird aber am nächsten Morgen, noch ganz warm, todt aufgefunden. Bei der sofort vorgenommenen Obduction fanden sich in der rechten Brusthöhle etwa 10 ccm einer röthlichen, dichttrüben Flüssigkeit, die eine Unmenge von blasig degenerirten Leukocyten enthielt. In vielen Präparaten fand sich nicht ein Staphylococcus vor, während solche aus dem linkseitigen Exsudat das Bild einer Reincultur zeigten und jedes Gesichtsfeld von Präparaten aus dem Herzblut deren mehrere enthielt. Der Ausfall der Culturen (leider nur schräger Agar) bestätigte den Befund, indem aus den aufgestrichenen Oesen von linksseitigem Exsudat und Blut dicht zusammenhängende Beläge, vom rechtsseitigen aber nur 7 einzelne Colonien aufgingen. Wird jedoch ein vorher normales Thier intrapleural mit Staphylococcen inficirt, so findet eine Auswanderung von Leukocyten in die kranke Pleura nur in sehr geringem Maasse statt, wie bereits v. d. Velde gezeigt hat. Die Ursache liegt jedenfalls in einem negativ chemotaktischen Einflusse, der von den wuchernden Mikroorganismen ausgeht. Die vorhandenen Leukocyten geben nun zwar noch ihre Schutzstoffe ab; diese werden aber bald von den Staphylococcen überwunden, die nun kein Hindernis ihrer Entwicklung mehr finden und schliesslich den Tod des Thieres herbeiführen. — Eine Zusammenfassung der erhaltenen Ergebnisse möge in folgenden Sätzen gegeben werden:

1. Der Staphylococcus pyogenes aureus ist thatsächlich im Stande, im Körper eines mit ihm inficirten Thieres ein Gift hervorzubringen, welches auf lebende Leukocyten, unter Erzeugung eigenthümlicher, hier kurz als »blasig« bezeichneter Degenerationsvorgänge vernichtend einwirkt.

2. Diese Erscheinungen kann man direct unter dem Mikroskop beobachten.

3. Durch kurzdauerndes Erhitzen auf 60° geht dieses Gift, welches v. d. Velde als »Leukocidin« bezeichnet hat, zu Grunde.

4. Infolge der Giftwirkung kommt es zu einer Art Auflösung der Leukocyten, von der die Granula und der Kern am sinnfälligsten betroffen werden.

5. Dadurch gehen aber die bactericiden, in den Leukocyten enthaltenen Stoffe nicht verloren.

6. Diese treten vielmehr in die umgebende Flüssigkeit über, so dass man durch eine geeignete Versuchsanordnung auf diesem Wege stark bactericide Flüssigkeiten erhalten kann.

7. Die bactericide Fähigkeit derselben wird durch den Zusatz von gut assimilirbaren »Nährstoffen« nicht aufgehoben, sondern tritt auch dann noch deutlich wahrnehmbar hervor.

8. Sie äussert sich gegenüber allen daraufhin untersuchten Mikroorganismen, wenn auch in einer quantitativ verschiedenen Weise.

Herrn Prof. Hueppe, in dessen Institute vorliegende Untersuchungen angestellt wurden, spreche ich für das an der Arbeit genommene Interesse und für die werthvolle Hülfe bei der Abfassung derselben meinen ergebensten Dank aus.

Das Bacterium der Maul- und Klauenseuche.

Von

A. Stutzer und **R. Hartleb.**

A. Morphologie.

Die vielen Bemühungen, den Erreger der Maul- und Klauenseuche aufzufinden, hatten bisher zu einem befriedigenden Erfolge nicht geführt, indem die vorliegenden Beobachtungen des gesuchten Organismus manche Widersprüche nicht ausschliessen und die verschiedenen Forscher, welche mit dieser Frage sich beschäftigten, keineswegs eine einheitliche Ansicht über den Erreger dieser Krankheit haben.

Als gegen Ende des letzten Winters einige leichte Fälle der Maul- und Klauenseuche in der Nähe von Bonn vorkamen, beschlossen wir, einige Untersuchungen über die in den erkrankten Organen der Thiere vorkommenden Organismen auszuführen. Wir entnahmen Schleim aus dem Maul, Flüssigkeit aus den Blasen im Maul und an den Füssen, und Milch von einer am Euter erkrankten Kuh. Es wurden Uebertragungen auf schwach alkalischen Pepton-Agar und schwachsauren Milchserum-Agar gemacht und die nach bekanntem Verfahren erhaltenen Colonien benutzt, um weisse Mäuse mit den betreffenden Bacterien zu impfen. Die zahlreichen Versuche ergaben das Vorhandensein einer in allen erkrankten Organen der Thiere enthaltenen pathogenen Bacterienart, welche durch ein besonderes schnelles

Wachsthum sich auszeichneten, während alle übrigen isolirten Organismen gegen weisse Mäuse sich indifferent verhielten.

Wir haben infolgedessen keine weitere Veranlassung genommen, uns näher mit den übrigen Organismen zu beschäftigen, sondern vermutheten in den pathogenen Mikroben den event. Krankheitserreger und gaben uns an ein specielles Studium desselben. Einige Wochen später wurden uns durch freundliche Vermittelung des Herrn Thierarztes Lemke in Emmerich schwere Erkrankungsfälle gemeldet und schritten wir sofort zur Entnahme neuen Materials von dort.

Emmerich ist ca. 160 km von Bonn gelegen und ist ausgeschlossen, dass das dort erkrankte Vieh jemals mit den hiesigen erkrankten Thieren in Berührung kam, noch ist eine sonstige directe Uebertragung denkbar; trotzdem fand sich auch im dortigen Material dasselbe Bacterium und zwar in ungeheurer Menge; ein Umstand, der uns erst recht Veranlassung gab, mit diesem Organismus uns genauer zu beschäftigen. Derselbe war nicht nur in den erkrankten Maulgeschwüren und Bläschen, sondern auch an den wunden Füssen zwischen den Zehen und an dem erkrankten Euter der Thiere vorhanden.

Der Organismus wächst ganz besonders schnell und üppig auf schwachsaurem Milchserumagar und geben wir nachstehend die Beschreibung der auf diesem Medium erhaltenen Culturen.

I. Wachsthum auf Milchserum-Agar.

Bereits 24 Stunden nach geschehener Plattenculturen-Impfung waren zahlreiche Colonien vorhanden, von der Grösse eines Stecknadelknopfes und einer schmutzig weissen Farbe, und von verschiedener Grösse; die dünneren Oberflächen-Colonien sind makroskopisch, im durchfallenden Licht betrachtet, irisirend und umgeben sich später meist mit einem dünnen, ebenfalls blauirisirenden Hofe.

Die Umrisse der jungen Colonien erscheinen scharf begrenzt und deren Inhalt unregelmässig körnig. Die Tiefencolonien sind, so lange sie ganz in dem Nährboden eingesenkt liegen, meist spindelförmig und von schmutzig gelber Farbe. Sobald sie an

die Oberfläche gelangen, breiten sie sich aus und bilden eine milchig-schleimige Substanz. In den jüngeren Colonien finden wir ovale Coccen, Diplococcen, die fast einem ovoiden Doppelstäbchen gleichen und nur ein geringes Bewegungsvermögen besitzen Die älteren Colonien enthalten auch längere Stäbchen, die im mit Carbolfuchsin gefärbten Präparat als ein Streptococcusfaden erscheinen.

Mit zunehmendem Alter und bei zunehmender Säuerung des Nährbodens findet diese Bildung von längeren Stäbchen bezw. von Streptococcen häufiger statt, während sie in jüngeren Colonien nicht zu finden sind. Die Streptococcenreihen sind sehr verschieden lang, bald nur aus 4 Coccen bestehend, bald aber bis 10 Coccen und mehr enthaltend. Findet man einen noch längeren Faden, was allerdings bei Ausstrich-Präparaten nicht häufig vorzukommen pflegt, dann ist der Faden nicht selten hin und her gewunden, und es erscheinen immer je zwei und zwei Coccen einander genähert. Auch findet man Coccenhaufen, die das Ansehen von scheinbar aufgerollten Streptococcenfäden haben. Selbst in den Grössen-Verhältnissen der Coccen unter sich ist keine Gleichmässigkeit. Manche der ovoiden Stäbchen sind halb so gross als andere, im Durchschnitt haben sie einen Durchmesser von 0,5 μ bis 1 μ.

Im hängenden Tropfen sieht man ebenfalls ovoide Stäbchen, Doppelstäbchen und lange Sporenschläuche.

Strich auf Milchserumagar.

Längs des Impfstriches bildet sich sehr schnell ein schmutzig weisslicher, glänzender Belag; dieser breitet sich zu beiden Seiten des Striches über dem Nährboden aus und ist buchtig berandet. Der ganze Strich erscheint gefurcht und uneben. Bei einem Ausstrich mit der Oese wachsen auf der ganzen Oberfläche hier und da vereinzelte runde Colonien, die denen der Plattencultur völlig gleichen.

In einer ungefähr 6 Tage alten Cultur sieht man sowohl im hängenden Tropfen wie auch im gefärbten Trockenpräparat ovale dicke Stäbchen, welche ungefähr 1 μ breit und 1,2—1,5 μ lang sind.

Die auf Milchserumagar bei den Plattenculturen erhaltenen, gut ausgebildeten Colonien sind für die weiteren Uebertragungen auf andere Nährböden benutzt.

II. Wachsthum in schwach alkal. Fleischwasser-Peptonlösung, 0,05% Na_2CO_3 enthaltend.

Hierin wächst der Organismus meist in Form von Kurzstäbchen. Die Flüssigkeit wird andauernd getrübt und bildet sich ein Bodensatz von schmutzig grauer Farbe.

III. Plattenculturen auf Asparagin-Agar (schwach alkalisch).

Im durchfallenden Lichte sind die Colonien blauirisirend tropfenförmig und scharf umrandet. Die meist spindelförmigen Tiefencolonien sind von grau-gelblicher Färbung und gekörnten Inhaltes.

Die Oberflächencolonien sind tropfenförmig, von fast wasserklarer Farbe. Der Rand ist heller, nach dem Mittelpunkt undurchsichtiger, mit unregelmässig gekörntem Inhalt und radialen Strahlenbündeln.

Im hängenden Tropfen sieht man kleine ovale Kurzstäbchen, mit lebhaft tanzender Bewegung, in der Mitte mit einer Einengung, wodurch sie häufig zu Zweien zusammenhängend erscheinen, etwa 1—1,5 μ lang, 0,8—1,0 μ breit.

Gefärbtes Präparat (Methylviolett): Kleine ovale Kurzstäbchen ungefähr 1 μ lang, 0,8 μ breit.

Carbolfuchsin: Kleine ovale Stäbchen 0,6 μ breit, 1 μ lang.

IV. Plattenculturen auf Harnstoffgelatine.

Die auf diesem Nährboden wachsenden Colonien sind bei schwacher Vergrösserung, gelblich lichtbrechend mit scharf begrenztem, gebuchtetem Rande. Der Inhalt ist fein granulirt. Die früheren Tiefencolonien liegen, nachdem sie an die Oberfläche gelangt sind, wie ein Ei, im Centrum der Colonien. Von oben betrachtet, erscheinen die Colonien von radialen durchlaufenden,

thalähnlichen Vertiefungen durchzogen. Die Gelatine wird anfangs nicht verflüssigt, nach längerer Zeit tritt langsame Verflüssigung ein, indem die ganze Colonie, ohne sich aufzulösen, zu Boden sinkt. Nach der Verflüssigung der Platte, was nach ungefähr 3 Wochen geschieht, ergab die Prüfung mit Jodzinkstärkelösung eine starke Nitritreaction.

Die Platten riechen nach faulem Harn, bezugsweise nach kohlensaurem Ammoniak, infolgedessen geben die Platten auch eine starke Ammoniakreaction. Der Organismus kann also sowohl eine Säure- wie auch ein Ammoniakbildner sein.

Die Säurebildung tritt beispielsweise in einem Gemisch von Bouillon mit Milch unter Ausscheidung von Caseïn schnell ein.

V. Harnstoff-Lösung.

Von einer Colonie, die auf Harnstoffgelatine gewachsen war und den Organismus in Form längerer Stäbchen von 1 μ Länge und 0,6 μ Breite, sowie in längeren Stäbchen-Verbänden enthielt, wurden Uebertragungen in eine Harnstofflösung gemacht.

Die geimpfte Flüssigkeit liessen wir 24 Stunden lang bei 37 ° C. stehen. Nach dieser Zeit hatte eine starke Vermehrung der Organismen stattgefunden. Die vorher klare Lösung war durch die Bacterien stark getrübt.

Hängender Tropfen. Meist sind in einer Schleimhülle eingelagerte Streptococcenfäden zu sehen. Die vorhandenen Fäden haben eine einheitliche Beschaffenheit, theils finden sich zwei längliche Coccen in einer Hülle, häufiger sind sie zu mehreren vereinigt. Nicht selten findet man sogar bis 20 Stück in einer Hülle. Die kürzeren dieser Verbände haben eine raschere Beweglichkeit, während die längeren, langsam-aalartig schlängelnde Bewegungen, nach einer Richtung hin, ausführen.

Es hat den Anschein, als ob nicht einzelne Stäbchen aus dem Verbande der Schleimhülle austreten, sondern als ob meist je zwei, häufig aber auch mehrere, abgeschnürt werden.

Das mit Carbofuchsin gefärbte Präparat zeigt kürzere und längere Stäbchen, die von einem grossen ungefärbten Lichthofe

umgeben sind (die frühere Schleimhülle), aber es kommen auch Ketten mit einer grösseren Anzahl eirunden Stäbchen vor, welche ebenfalls in einer Hülle liegen.

VI. Plattenculturen auf Nitrit-Agar.

Von einer reinen Strichcultur auf saurem Milchserumagar sind Uebertragungen in Nitritagar gemacht und hiervon in 3 Verdünnungen Plattenculturen angelegt. Die übertragenen Organismen bestanden aus Stäbchen von 0,75 μ Breite und 1,5 μ Länge.

Auf Nitritagar waren nach 4 Tagen prächtig bläulich schimmernde Colonien gewachsen, die völlig denjenigen auf Milchserumagar glichen, jedoch infolge des schlechten Nährbodens ein weniger üppiges Wachsthum zeigten.

Die hierin enthaltenen Bacterien bestanden aus kurzen, eiförmigen Stäbchen bis zu 1 μ lang und 0,6 μ breit. Nicht selten war auf den Nitritagar-Platten nur ein dünner, kaum sichtbarer, bläulich schimmernder Belag zu sehen.

Gleiche Uebertragungen waren von einer auf Asparaginagar gewachsenen Colonie in Nitritagar gemacht. Die auf Nitritagar sich entwickelnden Colonien gleichen ganz denen auf Milchserumagar gewachsenen und stimmten ebenso die Formen und die Grössenverhältnisse der darin enthaltenen Organismen mit jenen überein.

VII. Plattenculturen auf Pepton-Agar.

Auf Pepton Agar entstehen zuerst Colonien von derGrösse eines Stecknadelknopfes von schmutzig gelbgrauer Farbe, sie umgeben sich bald mit einem bläulich irisirenden, nicht scharf begrenzten Hofe, oder breiten sich nach Art einer Zoogloea ramigera aus. Bei schwächerer Vergrösserung sieht der Inhalt bräunlich gelb aus, mit ungleichmässig scholligen Theilen.

Die in den Colonien enthaltenen Bacterien sind kurze Stäbchen, 0,8—1,5 μ lang und 0,6 μ breit.

VIII. Wachsthum auf Nähr-Gelatine und auf Glycerin-Gelatine.

Das zur Uebertragung benutzte Material war von einer Strichcultur auf Milchserumagar entnommen.

Auf den beiden benutzten Gelatine-Nährböden findet ein langsames Wachsthum statt.

Auf saurer Glycerin-Gelatine sind die Oberflächencolonien tropfenförmig, erreichen kaum die Grösse eines Stecknadelknopfes, sind scharf begrenzt und bläulich irisirend. Bei schwacher Vergrösserung erscheinen sie schmutzig gelblich und haben einen körnigen Inhalt. Die Colonien verflüssigen den Nährboden ein wenig und liegen in einer muldenartigen Vertiefung desselben.

Im hängenden Tropfen sieht man ovale Stäbchen ohne Bewegung.

Das mit Carbolfuchsin gefärbte Präparat zeigt ovale Stäbchen, 1 μ lang, 0,75 μ breit.

Auf alkalischer Nährgelatine wachsen Colonien, welche kleiner als diejenigen auf der Glyceringelatine sind. Sie sind ferner nicht so scharf umrandet und haben einen weniger deutlich gekörnten Inhalt.

Ihr Ansehen ist im übrigen den aus Glycerin-Gelatine gewachsenen gleich.

Im hängenden Tropfen bemerkt man fast völlig runde Coccen ohne Bewegung.

Das mit Carbolfuchsin gefärbte Präparat enthält runde Coccen oder ovoide Stäbchen, welche ungefähr 1 μ lang, 0,75 μ breit sind.

IX. Uebertragungen von Theilen einer auf Asparagin-Agar gewachsenen Colonie in verschiedenen Nährmedien.

Zum Vergleiche des Wachsthums und der Grössen-Verhältnisse, sind neue Uebertragungen aus den Colonien, von den verschiedenen Nährböden in andere, theils feste, theils flüssige Nährmedien gemacht. (Beobachtung nach 24 Stunden, Wachsthum bei 37°.)

Von Asparagin-Agar-Platten auf:

1. Milchserum, alkalisch. Doppelstäbchen theils mit lebhafter rotirender Bewegung, nicht immer gleich gross. Es hatte eine so üppige Vermehrung stattgefunden, dass sich am Boden des Culturröhrchens ein schmutziggelber flockiger Bodensatz gebildet hatte. Das zuvor schwach alkalisch gewesene Serum war gesäuert.

Das Trockenpräparat (mit Methylenblau gefärbt) zeigte einzelne und Doppelstäbchen, welche doppelt so lang als dick waren

2. Bouillonmilch.[1]) Meist sind Doppelstäbchen vorhanden, aber auch längere Fäden mit oder ohne erkennbare Theilung.

3. Fleischwasser-Peptonlösung, schwach alkalisch. Doppelstäbchen und einfache Stäbchen, sie sind nicht ganz so gross, als in Bouillonmilch.

4. Verdünnte Fleischwasser Peptonlösung. (Mit 10 Theilen Wasser gemischt.) Dünne einzelne Stäbchen und Doppelstäbchen, nur selten sind längere Stäbchenketten erkennbar. Die Organismen sind nicht üppig gewachsen und halb so dick, als diejenigen in der Milchbouillon.

5. Nitritbouillon. Nur geringes Wachsthum, wenige dünne Stäbchen von verschiedener Länge, an denen Zweitheilung kaum erkennbar ist.

Gleiche Uebertragungen von älteren Asparagin-Platten wurden gemacht in

1. Milchserum (sauer). Im hängenden Tropfen sah man Doppelstäbchen, aber auch einzelne Stäbchen und Coccen, ferner längere Stäbchen, in denen noch keine Theilung und keine Bildung von Coccen stattgefunden hatte, ausserdem sind Streptococcen vorhanden. Dasselbe Bild gibt das mit Carbolfuchsin gefärbte Trockenpräparat.

---

1) 1 Theil Milch und 2 Theile Fleischwasser-Peptonlösung, letztere war schwach alkalisch.

2. Bouillon (alkalisch). Im hängenden Tropfen waren Doppelstäbchen und einfache Stäbchen, ferner längere Stäbchen-Verbände, welche eine langsam schlängelnde Bewegung hatten. In diesem Medium sind die Organismen bedeutend dünner, als in Milchserum.

Carbolfuchsinpräparat. Wir erhielten das nämliche Bild wie im hängenden Tropfen, nur hatte bei der Fixirung eine Trennung der längeren Stäbchen-Verbände stattgefunden und sind fast nur Einzel- und Doppelstäbchen vorhanden. Wo sich hier und da noch eine einigermaassen erhaltene Stäbchenkette zeigt, da hat dieselbe durch die Sporenbildung das Aussehen eines Streptococcus angenommen.

Je zwei und zwei Coccen sind einander genähert.

3. Bouillon-Milch. Im hängenden Tropfen sind fast völlig runde Coccen und Zoogloea-artige Zusammenlagerungen derselben, sowie kürzere Streptococcenfäden mit lichtbrechender Hülle vorhanden.

Die Coccen haben eine verschiedene Grösse und besitzen rotirende Bewegungen, ausserdem findet man hefeartige Gebilde, die häufig das Aussehen haben, als wenn eine kugelige Sprossung stattgefunden hätte. Diese Gebilde werden dann aus zwei fast völlig runden Kugeln zusammengesetzt, von denen die eine grösser als die andere ist. Sie besitzen gleichfalls eine schwache Bewegung.

Carbolfuchsinpräparat. Einzelcoccen, Streptococcen und hefeartige Gebilde.

X. Uebertragung von Theilen einer auf Milchserum-Agar gewachsenen Colonie in verschiedenen Nährmedien.

(Wachsthum bei 37° C., Beobachtungen nach Verlauf mehrerer Tage.)

a) Milchserum. Die Flüssigkeit wird gesäuert. Caseïn ist nicht abgeschieden.

Präparat mit Carbolfuchsin gefärbt. Ovale Coccen, ungefähr 1 μ gross, Fäden 3—5 μ lang und 1 μ breit und Zoogloeen 2—5 μ gross.

Beobachtung im hängenden Tropfen: Diplococcen in einer Schleimhülle; ferner Coccen und Stäbchen. Letztere haben eine rotirende Bewegung, sind bis zu 10 μ lang. (Stäbchen-Verbände in langen Fäden.)

b) Fleischwasser-Peptonlösung.

Die Nährflüssigkeit ist leicht getrübt mit geringem Bodensatz.

Hängender Tropfen: Man sieht Doppelstäbchen, Coccen mit rotirender Bewegung und längere Stäbchen, zu zwei und zu vieren zusammenhängend und in einer gemeinschaftlichen Hülle befindlich, ferner runde Zoogloeen, von hefenartiger Form mit rundlichen Auswüchsen.

Präparat mit Carbolfuchsin gefärbt. Coccen und Coccenhaufen. Sämmtliche Stäbchen erscheinen hier als Streptococcen. Infolge der schlechten Stickstoff-Nahrung ist reichliche Sporenbildung eingetreten, und zwar ähnlich wie beim Streptococcus involutus (s. Kurth's Mittheilungen des Kaiserl. Gesundheitsamtes Bd. 8 S. 439.)

XI. Uebertragungen von einer auf Pepton-Agar gewachsenen Colonie in verschiedenen Nährmedien.

(Wachsthum bei 37° C., Beobachtungen nach Verlauf mehrerer Tage.)

Theile einer Colonie von Pepton-Agar sind in Fleischwasserpeptonlösung gebracht.

Die übertragenen Organismen bestehen aus ovalen Stäbchen von $^3/_4$ μ Breite und 1 μ Länge.

Präparat mit Carbolfuchsin gefärbt. Vorhanden sind Coccen 1 μ gross, Streptococcen und Zoogloeen, ferner Doppelstäbchen und kettenförmig zusammenhängende Stäbchen. Im wesentlichen bietet sich uns dasselbe Bild wie bei der vorstehend erwähnten Cultur, es tritt aber hier die Streptococcenform weniger hervor, dagegen mehr die hefenartigen Gebilde.

Im hängenden Tropfen sieht man Doppelstäbchen und starke lichtbrechende Zoogloeen, sämmtlich mit rotirender Bewegung begabt. Zuweilen hängen die Stäbchen zu dreien und vieren zusammen. Sporenbildung findet selten statt.

Uebertragung in Bouillon-Milch. Hängender Tropfen. Coccen verschiedener Grösse, oft zu dreien zusammenhängend, ferner sind dünne Stäbchen in einer Schleimhülle vorhanden.

Bouillon-Milch. Präparat gefärbt mit Carbolfuchsin. Wir sahen Zoogloeen, Doppelstäbchen, Coccen.

XII. Versuche mit Amoncitratlösung.

Von einer auf Milchserumagar gewachsenen Strichkultur wurde eine Uebertragung auf Ammoniakcitratlösung gemacht. Letztere hatte folgende Zusammensetzung:

Ammoniakcitrat	1 g	in 1 l Wasser gelöst.
Glycerin	10 »	
Kaliumphosphat	1 »	

Temperatur während des Versuches = 30° C. Nach ungefähr 3 Wochen ist die Flüssigkeit stark getrübt, die Reaction sauer.

Beobachtung des hängenden Tropfens. Lange und kurze Fäden sind vorhanden, welche fast spirillenartig gewunden erscheinen. Ferner sieht man Haufen von kleinen ovalen Stäbchen.

Präparat gefärbt mit Carbolfuchsin. Ovale kurze Stäbchen 1 μ breit, 1,5 μ lang, und lange Stäbchenketten (1 μ breit und 5—20 μ lang). Im Innern der Ketten sieht man in unregelmässiger Anordnung dunkel gefärbte, coccenartige Gebilde, die Sporen zu sein scheinen. Die Zusammenlagerungen der Haufen von kleinen Stäbchen können aus diesen Schläuchen nach Auflösung der einhüllenden Scheide entstanden sein.

Das mit Methylviolett gefärbte Präparat gibt das gleiche Bild als das mit Carbolfuchsin gefärbte, nur ist bei erstgenanntem der Bacterienfaden gleichartig gefärbt, ohne hervortretende dunklere Stellen. Wahrscheinlich bestehen demnach die durch Carbolfuchsin dunkler gefärbten Punkte aus wirklichen Sporen. Die Anordnung dieser Sporen ist eine unregelmässige.

XIII. Culturen in ungekochten Eiern.

Eier werden mit einer Bacterien-Reincultur geimpft, welche von einer Milchserum-Agarplatte herrührt.

Versuchstemperatur 37° C. Bei Beendigung des in der Regel 3 Tage lang fortgesetzten Versuches ist das Eiweiss meist trübe und von wässeriger Beschaffenheit.

a. Präparat aus dem Eiweiss.

Beobachtung im hängenden Tropfen. Zahlreiche Coccen meist zusammenhängend, von verschiedener Grösse, theils in Form von Streptococcen oder in unregelmässigen Zoogloeen, zusammengelagert. Stäbchen sind im hängenden Tropfen gar nicht zu sehen. Das Eiweiss reagirt amphoter.

Präparat gefärbt mit Carbolfuchsin. Die Coccen und Diplococcen sind sehr klein, dünn und von einer deutlich sichtbaren Hülle umgeben. Einzelne liegende Coccen haben eine Grösse von 0,6 μ.

Die Stäbchen sind bis zu 1 μ lang und bis 0,5 μ breit. Alle werden von einem ziemlich grossen Lichthofe umgeben, desgleichen die Zoogloeen.

Organismen von hefenartiger Form haben eine Grösse von 1,5 μ, die hefenartigen Formen sind schwächer gefärbt und lassen keinen Inhalt erkennen.

b. Präparat aus dem Eigelb.

Färbung mit Carbolfuchsin: Nur wenige Streptococcen. Die hefenartigen Formen. vorwaltend.

Bei anaërober Züchtung im Ei sind die Formen kleiner als bei aërober in anderen Nährmedien.

Hängender Tropfen: Aeusserst zahlreiche Coccen und hefenartige Gebilde.

Ferner grosse Zoogloeen mit zahlreichen Coccen.

XIV. Uebertragungen auf hartgekochtes Eiweiss.

Eier werden 10 Minuten lang gekocht, die Schale mit Sublimatlösung, dann mit Formaldeyd und schliesslich mit sterilem Wasser abgewaschen, die Eierschale mittels eines sterilen Messers entfernt, das Eiweiss in 4 eckige Stücke zerschnitten und letztere in weite, sterile Reagenzcylinder gebracht.

Ausgangsmaterial: Cultur auf Milchserumagar.

Uebertragen als Strich-Cultur auf Eiweiss: Längs des Impfstriches und zu beiden Seiten desselben breitet sich ein

durchscheinender, perlmutterglänzender Belag mit welligen Erhebungen und Vertiefungen aus.

Im hängenden Tropfen sind eiförmige Stäbchen sichtbar, ungefähr 1,5 μ lang, 1,0 μ breit.

Mit Carbolfuchsin gefärbt sieht man ebenfalls ovale Stäbchen 1,5 μ lang und 1,0 μ breit.

Die Stäbchen haben in der Mitte häufig einen ungefärbten Theil, anscheinend beginnt hier die Zweitheilung.

Impfschnitt: In die Eiweisswürfel wird mit einem sterilen Messer ein Schnitt gemacht und in den Schnitt eine Bacteriencultur eingestrichen. Soweit die Oberfläche des Schnittes nicht geschlossen ist, breitet sich am Rande der erwähnte perlmutterglänzende Belag mit den Erhebungen und Vertiefungen aus.

Im Innern des Impfschnittes haben die Bacterien dieselbe Form wie auf Strich-Culturen, nur sind nach der Färbung mit Carbolfuchsin die Polenenden durchgehend dunkel gefärbt, dagegen der mittlere Theil heller. Wir glauben mithin, dass eine Theilung der Stäbchen stattfindet, nachdem sich die Kernsubstanz an den beiden Polenden zusammengezogen hat.

XV. Die Umwandlung des Bacteriums der Maul- und Klauenseuche in Streptothrix und in einen Fadenpilz.

An dieser Stelle sei nur kurz die Thatsache erwähnt, dass der beschriebene Erreger der Maul- und Klauenseuche beim Wachsthum auf festen Nährböden, insbesonders auf Pepton-Agar, nach längerer Zeit in eine Streptothrix mit echten Verzweigungen sich verwandelt, welche unter gewissen Bedingungen in einen Fadenpilz übergeht.

Die Arbeiten über die Eigenschaften und die Entstehungsbedingungen dieser Streptothrix sind zur Zeit noch nicht abgeschlossen.

XVI Schlussbetrachtungen über die Morphologie.

Das Ausgangsmaterial, welches wir zu den Uebertragungen auf die verschiedenen Nährböden benutzten, bestand aus gut

ausgebildeten Colonien, welche den Plattenculturen von Milchserum-Agar entnommen sind.

Indem wir von einer Colonie mit einheitlichen Formen ausgingen, fand bei einem Wechsel der Kohlenstoff- und Stickstoff-Nahrung, und je nachdem diese Nährstoffe leichter oder schwerer assimilirbar waren, ein Formwechsel der übertragenen Organismen statt.

Es entstanden Coccen, Diplococcen, Streptococcen, Kurzstäbchen und hefenartige Formen. Diese Veränderung der Formen trat sowohl bei aëroben wie auch bei anaëroben Züchtungen stets hervor. Von Einfluss war auch das Alter und die Reaction des Nährsubstrates, und zwar scheint das Alter und eine saure Reaction insbesondere die Sporenbildung und die Erzeugung der Streptococcen zu begünstigen.

Durch die vermehrte Ausscheidung von Stoffwechsel-Producten sind im letzteren Falle ungünstigere Lebensbedingungen für den Organismus herbeigeführt, unter denen die Bildung von Arthrosporen in reichlicherem Maasse stattfindet.

Wir haben einen ausgesprochenen Pleomorphismus der Bacterien beobachtet, welcher sogar soweit geht, dass aus den Bacterien und deren Umwandlungsformen eine Streptothrix und aus letzterer ein Fadenpilz gezüchtet werden kann.

Dieser auffällige Wechsel der Formen dürfte in wesentlichem Maasse die Erforschung des Erregers der Maul- und Klauenseuche bisher erschwert haben, zum Theil ist indess auch der Wechsel der physiologischen Eigenschaften dieses Organismus daran schuld, mit welchen wir uns nun beschäftigen wollen.

B. Thierversuche.

I. Mit weissen Mäusen.

Zunächst suchten wir festzustellen, ob der aufgefundene Organismus, über welchen wir vorstehend berichteten, für kleinere Thiere pathogen sei und begannen die Impfversuche an weissen Mäusen. Noch völlig darüber im Unklaren, welche der ver-

schiedenen Formen desselben Organismus virulent sei, glaubten wir zuerst, von einer Cultur ausgehen zu müssen, in der alle uns bisher bekannten Formen vorhanden waren und wählten zu dem Zweck die Uebertragung des Organismus in Bouillon-Milch. Wir gaben einer älteren Maus eine subcutane Injection von ungefähr $^1/_2$ ccm des abgeschiedenen Serums der Bouillon-Milchcultur.

Anfangs schien die Maus ganz gesund und selbst nach 15 Stunden waren eigentliche Krankheitserscheinungen nicht wahrzunehmen. Sodann zeigte dieselbe grosses Ruhebedürfnis und Fressunlust; es trat eine Lähmung des Hinterkörpers ein. Die Bewegungen wurden immer unbeholfener und starb die Maus. Die Section wurde sofort vorgenommen.

Am Hinterkörper war eine leichte Schwellung und Röthung der Extremitäten festzustellen; im mittleren Bindegewebe der Haut hatten sich zu beiden Seiten des Bauches zwei kleine bluterfüllte Exantheme (Hämorrhagien) gebildet, ausserdem war das Muskelfleisch und die angrenzenden Theile blass und mit seröser Flüssigkeit (zersetztem Blut) angefüllt. Die Leber war dunkelroth und stark vergrössert, ebenso die Milz und die Nieren. Die Milz war ungefähr 3 mal so gross wie bei einer gesunden Maus.

In allen inneren Organen fanden sich massenhaft kurze Doppelstäbchen und einfache Stäbchen, sowie Coccen verschiedener Grösse, aber keine Streptococcen.

Von den verschiedenen Theilen, Milz, Leber, Niere sind Uebertragungen in Fleischwasserpeptonlösung, in Nitritbouillon und verdünnte Bouillon und später in eine Harnstoff-Glycerinlösung gemacht.

Die in diesem Medium sich entwickelnden Formen der Organismen stimmten völlig mit denen überein, wie sie früher in jenen Substraten beobachtet und vorstehend im morphologischen Theile dieser Abhandlung beschrieben sind.

Vorzügliches Material hatten wir aus der Milz und Niere auf die Flüssigkeiten übertragen, welches uns vollständige Reinculturen des Bacteriums lieferte.

Von einer 24 Stunden alten, bei 37 ° C. gezüchteten Bouillonmilchcultur wurde abermals einer Maus ungefähr 0,5 ccm eingespritzt und der gleiche Erfolg erzielt. Vor dem völligen Ableben ist das Thier getödtet, um zu sehen, ob wir auf diese Weise eine bestimmte Form wieder finden würden. Namentlich wünschten wir Aufschluss darüber zu erhalten, ob vor Eintritt des natürlichen Todes Streptococcen zugegen sind.

Wir fanden weder Streptococcen noch Stäbchen oder Doppelstäbchen, sondern nur runde Gebilde, den Coccen ähnlich, jedoch von ganz unregelmässiger Grösse.

Da sich an der unteren Bauchseite ein Geschwür gebildet hatte, so untersuchten wir den Inhalt desselben und fanden nicht nur die unregelmässig grossen Coccen, sondern auch die früher beschriebenen Stäbchen und Doppelstäbchen, jedoch keine Streptococcen.

Wir übertrugen Theile der Milz und Leber dieser letzteren Maus in die schon angeführten Nährmedien und setzten die Flüssigkeiten in den Brutschrank.

Nach 24 Stunden hatte ein überaus reichliches Wachsthum von Bacterien in allen Culturen stattgefunden, von den grossen unregelmässigen Coccen war indess nichts mehr zu sehen, es waren nur Stäbchen, Doppelstäbchen und kleine Coccen vorhanden.

Diese Befunde führten zu der Ansicht, dass die grossen runden Gebilde wahrscheinlich Zoogloeen seien. Diese Culturen haben wir dann als Ausgangsmaterial für weitere Impfungen benutzt.

Die Virulenz der Organismen steigerte sich von Thier zu Thier, so dass es uns nun gelang, die Mäuse nach Verlauf von 6—10 Stunden zu tödten.

Leider blieb die starke Virulenz keine dauernde Eigenschaft der Bacterien, es fand später eine Abschwächung derselben statt; so dass der Tod bisweilen erst nach Verlauf von 24 Stunden eintrat.

Wir erwähnen zum Schluss noch einige Versuche, welche uns darüber Aufschluss geben sollten, ob vielleicht bei ver-

minderter Einwirkung von atmosphärischem Sauerstoff und bei höherem Gehalt der Nährflüssigkeit an Alkali die Virulenz der Bacterien gesteigert werden kann.

Zu den Versuchen sind je zwei Reagenzgläser verwendet, diese mittels durchbohrter Gummistopfen geschlossen, in die Stopfen ein halbkreisförmiges Glasrohr eingeführt und auf diese Weise die beiden Gläser mit einander verbunden.

In das eine Glasrohr wurde die zu impfende Nährflüssigkeit, in das andere 3 g Pyrogallussäure und 20 ccm Kalilauge gebracht. Die Versuchstemperatur war 37 ° C. Die Nährflüssigkeit bestand aus Fleischwasser-Peptonlösung, welche mit der vierfachen Menge Wasser verdünnt ist.

Als Impfmaterial benutzten wir Theile der Niere einer verendeten Maus, welche mit einer Reincultur der Bacterien geimpft war.

a) Nährflüssigkeit mit Zusatz von 0,05 % Na_2CO_3.

Nach Verlauf von 24 Stunden hatte eine reiche Vermehrung der Organismen unter starker Trübung stattgefunden.

Die Form der Bacterien ist unverändert geblieben und bestehen diese aus ovalen Stäbchen 1—1,5 μ lang und 0,8—1,0 μ breit, mit deutlicher Zweitheilung.

a) Die Zugabe von 0,1 % Na_2CO_3 bewirkt ebenfalls eine starke Vermehrung der Organismen. Meist sind einzelne Stäbchen mit kaum wahrnehmbarer Zweitheilung vorhanden, bisweilen liegen sie zu mehreren in kleinen Häufchen beieinander, scheinbar in einer Schleimsubstanz. Ihre durchschnittliche Grösse ist 1 μ lang 0,4—0,6 μ breit

b) Von der letzteren Culturflüssigkeit machten wir eine Uebertragung in eine Nährflüssigkeit mit 0,2 % Na_2CO_3; nach 24 Stunden hatte ein nur geringes Wachsthum, nach 48 Stunden eine reichliche Vermehrung der Organismen stattgefunden. Diese bestehen fast nur aus Coccen, durchschnittlich 1,5 μ gross und aus vereinzelten, grösseren runden Gebilden bis zu 2 μ Durchmesser; diese haben dieselbe Form wie im Thierkörper und dürften als Zoogloeen anzusehen sein. Bei diesem Sodagehalt blieben wir stehen, weil dadurch bereits eine Verlangsamung im

Wachsthum und eine Aenderung der Formen (Bildung von Zoogloeen) eingetreten war.

Wir nahmen die anaërobe Züchtung aus dem Grunde vor, weil wir meinten, dass bei dem üppigen Wachsthum bei ungehindertem Zutritt der Luft, dem Organismus zuviel Sauerstoff zur Verfügung stände, wodurch vielleicht die Pathogenität herabgesetzt werden könnte.

Von einer flüssigen Cultur, welche ursprünglich 0,2 % Na_2CO_3 enthielt, wurden einer Maus 0,3 ccm subcutan eingespritzt. Das Thier verendete nach 24 Stunden und enthielt die verabreichten Bacterien in einer solchen Anzahl in Milz, Nieren, Leber und Herzblut, wie keine der früher benutzten Mäuse. Der Tod war allerdings nicht früher eingetreten, wir hatten indess den Beweis geliefert, dass auch die mit alkalischen Flüssigkeiten gezüchteten Organismen im Körper ausserordentlich stark sich vermehren und enthielten die Organe den Organismus in völliger Reincultur.

II. Impfversuche an Meerschweinchen.

Die erste Impfung eines Meerschweinchens geschah mit einer 24 Stunden alten Bouillon-Milchcultur, in welche Theile der Niere einer bereits 6 Stunden nach der Impfung verendeten Maus übertragen waren. Es wurde ungefähr 1 ccm der Flüssigkeit unter die Haut am Untertheile des Bauches eingespritzt.

Wenige Stunden nach der Injection waren Krankheitserscheinungen wahrzunehmen, anfänglich zeigte das Thier grosse Unruhe, es stiess auch ab und zu ein ängstliches Geschrei aus, später wurde es ruhig, zugleich trat Lähmung des Hinterkörpers ein, schliesslich auch eine Lähmung der vorderen Extremitäten; bei jeder Berührung schrie das Thier nun ganz jämmerlich. Nach Verlauf von 16 Stunden verendete es.

Aeusserlich war ausser einem kleinen Geschwüre an der Oberlippe, jedenfalls eine geplatzte Aphte, nichts besonderes zu bemerken.

Beim Aufschneiden der Haut zeigte sich, dass durch die Auflösung des mittleren und inneren Bindehautgewebes die Haut

völlig von dem Muskelfleisch losgelöst war. Selbst Letzteres war von den Bacterien soweit zersetzt, dass man in den der Haut zunächst liegenden Muskeln keine intacten Muskelfäden bei der mikroskopischen Untersuchung finden konnte. Die Lösung der Haut vom Fleisch war nicht auf die Umgebung der Impfstelle beschränkt, sondern sie erstreckte sich über den ganzen Körper, so dass die Haut nur noch am Rückgrat, Kopf und an den Fussenden mit Fleisch und Knochengerüst in Verbindung war.

Zwischen dem Fell und Fleisch hatte sich ein grosses Quantum seröser Flüssigkeiten gesammelt, welche aus dem Blut und dem aufgelösten Bindegewebe entstanden waren.

In diesem Serum fanden sich die einzelnen Stäbchen und Doppelstäbchen unseres Bacteriums, sowie Coccen verschiedener Grösse in ganz ausserordentlicher Menge. Dasselbe Bild ergab die Untersuchung des Herzblutes, der Nieren und der Milz.

Mit dem neugewonnenen Serum ist am gleichen Tage ein anderes Meerschweinchen geimpft.

Es wurden diesem ungefähr 0,8 ccm des Serums am unteren Theil des Bauches eingespritzt. Nach 2 Stunden fing das Thier an zu schreien, anfangs unter unruhigen Bewegungen, später als bereits Lähmungen sich eingestellt hatten, liess es noch immer ein Schmerzensgeschrei ertönen. Nach 14 Stunden trat der Tod ein. Der Sectionsbefund war genau derselbe wie bei dem vorhergehenden Meerschweinchen.

Es wurden noch weitere Impfungen an Meerschweinchen und zwar mit gleichem Erfolge gemacht; jedoch bemerkten wir, dass nach 5—6 weiteren Uebertragungen von Thier zu Thier die Virulenz der Bacterien nachliess. Die Thiere reagirten nicht mehr so schnell und starben schliesslich erst nach Verlauf von 6 Tagen.

Die Wirkungen, welche der abgeschwächte Organismus hervorbrachte, waren theils ganz anderer Natur. Die Meerschweinchen verendeten stets unter der Erscheinung einer Blutvergiftung, infolge von Septicämie, wobei zugleich ein starkes Lungenemphysem zu bemerken war.

Einige dieser Thiere hatten auch Bläschen mit wässerigem Inhalt an der Leber und an den Nieren, und waren in diesen

Bläschen ausschliesslich Streptococcen zu finden. Bei den weiteren Versuchen war bei den verendeten Thieren von diesen Erscheinungen nichts mehr zu entdecken. Das Bindegewebe der Haut erschien jetzt wie verfettet, in den Fettschichten fanden wir Blutansammlungen (Haemorrhagien), die bis nahe an die Haut herantreten; ausserdem war aus vielen kleinen Gefässen Blut ausgetreten, vorzüglich an den Geschlechtstheilen, am Kopf und an den Bauchdrüsen.

Auch grosse weisse Herde, ähnlich den Tuberkelherden, waren hie und da zwischen dem Muskelfleisch und dem Bindegewebe eingelagert. In allen diesen afficirten Theilen fanden sich die kleinen ovalen Einzelstäbchen sowie Doppelstäbchen. An den inneren Theilen war ausser der dunklen Röthung und einer Anschwellung der Milz und Leber makroskopisch nichts wahrzunehmen. Die Milz war von den charakteristischen Bacterien ganz besonders reichlich durchsetzt. Lunge, Leber und Herz enthielten eine viel geringere Anzahl der Organismen.

Sodann ist ein Meerschweinchen mit einer Aufschlemmung aus Eigelbcultur geimpft (siehe A. XIV); in diesem Eigelb befanden sich nur die grösseren runden Coccen, aber in solcher Anzahl, dass man bei der mikroskopischen Prüfung im Gesichtsfelde nichts als Coccen zu sehen meinte. Das Meerschweinchen erkrankte bald, nahm nur sehr wenig Futter zu sich, magerte ab und verendete am 8 Tage.

An der Impfstelle hatte sich ein Geschwür mit grossen Eitermassen gebildet. Diese Eitermassen enthielten weder Eitercoccen noch andere Bacterien, sondern es war nur unser Organismus zu sehen, und zwar in Form von Stäbchen, welche die Länge von 1—1,5 μ und eine Breite von 0,6 μ hatten. Ein weiteres Eitergeschwür fand sich am unteren Theile der Brust, zwischen den beiden Oberschenkeln der Vorderbeine, also weit entfernt von der Impfstelle. Das Fell war hier an beiden Oberschenkeln losgelöst und zwischen der Haut und dem Muskelfleisch befand sich eine geringe Menge einer serösen Flüssigkeit.

Ferner zeigte sich dieselbe Erscheinung wie bei den anderen verendeten Thieren, nämlich Blutaustritt aus den Gefässen,

Schwellung der Halsdrüsen und Blutansammlung in der Umgebung derselben. Im Blute waren wenige Stäbchen.

In der Milz, die von kleinen Stäbchen durchsetzt ist, fanden sich Coccen und kleine ovale Stäbchen, ebenso in den Nieren.

Die obere Zungenhaut ist schmutzig eitrig, löst sich ganz von den Muskeln los. Ebenso die Gaumenhaut.

Das mikroskopische Präparat der Zungenhaut enthält die ovalen Stäbchen und wenige Coccen.

In Fleischwasser-Peptonlösung, welche nach der Impfung 24 Stunden lang bei 37 ° C. gestanden hatte, waren die Bacterien stark vermehrt und in allen Culturen nur ovale Coccen oder ovoide Kurzstäbchen zu finden.

Die bei den fortgesetzten Versuchen sich bemerkbar machende Abschwächung der Virulenz veranlasste uns, vorläufig keine weiteren Versuche mit Meerschweinchen zu machen. Nachstehend geben wir die bei grösseren Versuchsthieren erhaltenen Resultate bekannt, welche Versuche bei Rindern theils gleichzeitig mit den Impfungen bei Meerschweinchen, theils später vorgenommen sind. Die Impfungen der Schafe fanden früher statt.

III. Impf- und Fütterungsversuche bei Schafen und Hühnern.

In Bonn und in dessen Umgegend war, wie schon in der Einleitung bemerkt, die Maul- und Klauenseuche nur äusserst schwach in den letzten Monaten beim Rindvieh aufgetreten. Durch Benutzung der Organismen, welche von dortigen Thieren herrührten, gelang es uns nicht, bei Schafen die charakteristische Krankheit zu erzeugen; ausser einem diarrhöischen Koth trat keinerlei Störung im Befinden der Thiere ein. Die Schafe sind bekanntlich an und für sich weniger empfindlich für das Contagium der Maul- und Klauenseuche.

Von gleichem Misserfolge waren auch die Impfversuche an Hühnern begleitet, wir konnten hier keinerlei Reaction, weder nach der Fütterung noch nach stärkeren Injectionen verzeichnen.

IV. Impf- und Fütterungsversuche an Rindern.

Die ersten Impfversuche an einem 5 Monate alten, sehr kräftigen Rinde, waren mit Reinculturen des Organismus an-

gestellt, den wir aus dem Material von Bonn und Umgegend genommen hatten. Wir injicirten 1 ccm der Bouilloncultur am hinteren Theil des Bauches.

Es bildete sich eine kleine Geschwulst, auch stieg die Temperatur innerhalb der nächsten 24 Stunden um 1,2 °, es blieb aber bei der örtlichen Infection, die nach wenigen Tagen wieder zurückging, um dann ohne Hinterlassung irgend welcher Geschwüre, völlig zu verschwinden.

In kurzen Zwischenräumen sind noch mehrere Injectionen vorgenommen, aber ohne Erfolg. Augenscheinlich haben wir durch diese öftere Impfung mit sehr kleinen Mengen, das Gegentheil davon erzielt, was wir beabsichtigten; es zeigte sich, dass das Thier allmählich einen gewissen Grad von Immunität erlangt hatte, und auf spätere Impfungen mit dem neuen Material aus Emmerich, dessen hochgradige Virulenz wir bei den Versuchen mit Meerschweinchen erwähnten, auch nur mit einer vorübergehenden Geschwulst und einer Temperatursteigerung reagirte.

Die weiteren Impfversuche sind mit einem andern gleichfalls 5 Monate alten Rinde angestellt.

Dem neuen Thier wurde eine Dosis von ungefähr 20 ccm einer 24 Stunden alten Bouillon-Milchcultur der für Meerschweinchen virulenten Organismen subcutan einverleibt und zugleich eine ungefähr gleiche Menge in den Schlund gegossen.

Das Thier zeigte nach Verlauf von 6—8 Stunden eine Temperaturerhöhung und Mattigkeit.

Nach 24 Stunden nahm es wenig Futter zu sich, indess fand das Wiederkäuen nicht statt, es war schwer zum Aufstehen zu bewegen und lahmte beim Gehen, als wenn der ganze Hintertheil erkrankt sei. Während das Fieber allmählich nachliess, traten örtliche Krankheitserscheinungen ein; in den Untertheilen der Nasenlöcher bildeten sich kleine Bläschen, ebenso auf der Zunge, besonders aber am Zungenrande.

Wir hielten eine Einspritzung von einer grösseren Menge des Krankheitserregers für angebracht und injicirten das 5 fache der zuerst angewendeten Menge.

An den Injectionsstellen trat keine Geschwürbildung ein und auch der Krankheitszustand verschlimmerte sich nicht in dem Maasse wie wir durch die grössere Dosis erwartet hatten. Das Thier hatte starke Diarrhöe, es war matt und zeigte fast gar keine Fresslust.

Mit dem Schwinden des Schwächezustandes vermehrten sich die äusseren Krankheitserscheinungen. Die Schleimhäute des Maules waren stark geröthet, die Zunge stärker mit kleinen Bläschen besetzt, am Oberkiefer bildeten sich Defecte, die immer grösser wurden, auch die Bläschen in den Nasenlöchern hatten sich vermehrt und begannen zu eitern, selbst an der Oberlippe hatten sich Blasen gebildet, die jedoch bald platzten und eiterig wurden. Das Zahnfleisch des Unterkiefers war blauroth und missfarben.

Das Thier geiferte ziemlich stark.

Diese ausgesprochenen Krankheitserscheinungen treten charakteristisch erst zwischen dem 6. und 10. Tage ein. Zur Aphtenbildung an den Füssen zwischen den Klauen war es nicht gekommen.

C. Erklärung der beim Bacterium der Maul- und Klauenseuche vorkommenden Coccenformen verschiedener Grösse, der hefeartigen Gebilde, bezw. der von anderen Forschern für Protozoen gehaltenen Formen.

Nach der Uebertragung von Bacterien auf Thiere fällt es zuweilen auf, dass gleich nach dem Eintritt des natürlichen Todes oder unmittelbar nach dem Tödten des kranken Thieres, keine Stäbchen im Körper nachzuweisen sind, weder im Blut noch in anderen Theilen der inneren Organe.

Man könnte diese Erscheinung, sofern sie auf einer Vernichtung der Bacterien beruhen würde, durch die specifische Giftmischung der in der überimpften Cultur enthaltenen Stoffwechselproducte erklären.

Wir beobachteten indess wiederholt die Thatsache, dass nach den Uebertragungen eines solchen von Bacterien freien Blutes oder von bacterienfreien Theilen der inneren Organe

geimpfter Mäuse, in künstliche Nährmedien bald ein üppiges Wachsthum von Bacterien eintritt.

Es müssen in diesen Fällen Bacterien in einer anderen Form, die unseren Beobachtungen theils entgehen, theils nicht richtig erkannt sind, vorhanden sein, bzw. waren die Bacterien durch Gebilde anderer Art verdeckt.

Im Voraufgegangenen machten wir wiederholt die Angabe, dass in verschiedenen Fällen in den Culturmedien nur Coccenformen ungleicher Grösse vorhanden waren, und solche beständig sich vorfanden. In anderen Fällen waren hefeartige, den Protozoen ähnliche Gebilde nachzuweisen, neben ganz verschwindend geringen Mengen von Bacterien, oder es fehlten die Letzteren vollständig.

Was sind, so fragen wir, diese Coccen verschiedener Grösse und die hefeartigen Gebilde? —

Nach unserer Ansicht theils Dauerformen von Bacterien, theils Einschlüsse in Phagocyten.

Die Uebertragungen dieser Gebilde in künstliche Nährmedien bestätigten die Anschauung vollständig.

Die Coccenformen verschwinden z. B. in Fleischwasser-Peptonlösung, und finden wir dann in den künstlichen Culturen unsere ursprünglichen Bacterienformen wieder. Auch die hefenartigen Gebilde lassen die Formen wieder auswachsen, wie sie uns als pathogene Form im todten Thierkörper bekannt geworden sind.

Der natürliche Schutz, die antibacterielle Anlage des Thierkörpers, verursacht die Umbildung und bewirkt, dass diese Mikroorganismen Dauerformen bilden. Die runden Coccen sind als Dauersporen oder theilweise als Zoogloeen von solchen anzusehen. Es können aber auch die Phagocyten die Bacterien in sich, behufs Abtödtung einschliessen, sie wirken also wie Amöben; eine Thatsache, die von verschiedenen Forschern zur Annahme der Amöben-Erkrankungen geführt hat.

Neben diesen Gebilden können wirkliche pathogene Bacterien vorhanden gewesen sein, während die für Amöben gehaltenen Formen nicht die Rolle von Krankheitserregern,

sondern die der Krankheitsvertilger spielen. Auch bei unseren Versuchen trat uns häufig das Bild von Bacterien-Einschlüssen in runde Gebilde entgegen, oder von Zusammenlagerungen von Bacterien-Herden, die aus Phagocyten bestanden, welche Bacterien aufgenommen hatten.

Die Zelle mit ihrem activen Eiweiss enthält das Antitoxin und wirkt tödtend auf die Bacterien bezw. auf das von den Bacterien ausgeschiedene Toxin. Zur Neutralisation (im bildlichen Sinne) muss eine directe Berührung der beiden Eiweiss-Substanzen stattfinden und das kann nur dadurch geschehen, dass entweder eine Plasmolyse der Bacterien herbeigeführt wird, oder die Bacterien werden direct im antitoxischen Eiweiss aufgelöst und vernichtet.[1])

Zu diesem Zwecke werden die Bacterien von den Phagocyten eingeschlossen und unschädlich gemacht. Reicht die natürliche antitoxische Anlage der Phagocyten nicht aus, um die eingedrungenen Bacterien abzutödten, bzw. deren Gift zu neutralisiren, dann findet das Gegentheil statt. Das Eiweiss der Phagocyten dient nun als Nährstoff für die Bacterien und es erfolgt eine Vernichtung der Körperzelle. Sind dagegen die Phagocyten oder deren actives Eiweiss im Stande, die Bacterien oder deren Gifte in dem Maasse zu vernichten, bzw. zu neutralisiren, dass keine directe Schädigung des Körpers stattfindet, dann entledigt sich derselbe der unassimilirbaren Organismen, oder deren Stoffwechselproducte, sei es durch Bildung von Abscessen, indem um die Bacterienherde ein schützender Wall von Leukocyten sich bildet, oder durch die Excremente.

In diesem Sinne wird von uns die Krankheit der Maul- und Klauenseuche aufgefasst, da es auch eine Infection mit dem gleichen Contagium unter anderen Krankheitserscheinungen gibt (Durchfall, Tod, namentlich bei jungen Kälbern).

In gleicher Weise, wie das active Eiweiss der Phagocyten, kann auch anderes Eiweiss, z. B. das active Eiweiss der Hühner-

---

1) Siehe Hueppe, Naturwissenschaftliche Einführung in die Bacteriologie, S. 204.

eier oder dasjenige der Milch wirken, und bestimmt diese Thatsache zugleich die Formen der Organismen, welche wir in diesen Nährmedien wiederfinden können.

Hatte das Eiweiss des Eies durch Brutwärme seine active Eigenschaft erlangt, so fanden wir nur die runden Coccen verschiedener Grösse, bzw. die hefenartigen Gebilde.

In der Milch der erkrankten Thiere kommt der Organismus vorzugsweise in Form von Streptococcen vor.

Die Streptococcen sind eine Dauerform des Erregers der Maul- und Klauenseuche, weil es durch weitere Uebertragungen der Streptococcen immer wieder gelungen ist, die Form der Einzel- und Doppelstäbchen zu erhalten[1]).

Im Körper der durch die Organismen getödteten Thiere finden wir begreiflicher Weise die runden Coccen und die Hefe- oder protogoeenartigen Gebilde nur selten.

Hier hatte das active Eiweiss seine antitoxische Wirkung eingebüsst und die Bacterien haben sich auf Kosten desselben vermehrt. Je später die Section nach dem eingetretenen Tode vorgenommen wird, um so reichlicher finden sich die Bacterien im Blut und in den inneren Organen, und umsoweniger die runden Dauerformen, die in dem günstigeren Substrat des Leukocyten-Eiweisses, bzw. durch die Zersetzung der Blutkörperchen zu Bacterien ausgewachsen sind und sich vermehrt haben.

Tödtet man dagegen erkrankte Thiere und untersucht sofort das austretende Blut oder die inneren Organe, so kann man oft massenhaft die Coccen und Phagocyten finden.

Hiermit dürfte die Ansicht, dass der Erreger der Seuche eine Amöbe sei, ihre Erklärung gefunden haben.

D. Literatur.

Die Literatur über den Erreger der Maul- und Klauenseuche ist auf's Sorgfältigste von Bussenius und Siegel zusammengestellt[2]) und glauben wir, bezüglich der älteren Angaben, auf

1) Erklärung der Arthrosporenbildung siehe Hueppe, Naturwissenschaftliche Einfügung in die Bacteriologie, 1896, S. 17 u. 24.

2) Deutsche medic. Wochenschrift, 1897, Nr. 5 u. 6.

die dortigen Mittheilungen verweisen zu sollen, ohne auf die früheren Ansichten der Forscher näher einzugehen.

Eine sorgfältige Beachtung erfordern die neueren Arbeiten von Behla, Schottelius, Klein, Kurth, van Niessen, Siegel und Bussenius.

Wir erwähnen diese Arbeiten im Zusammenhang, weil wir glauben, dass alle diese Forscher ein und denselben Organismus, aber in verschiedener Gestalt und unter verschiedenen Bedingungen gesehen und beobachtet haben. Die älteste dieser Veröffentlichungen ist diejenige von Behla[1]). Derselbe fand eine den Amöben nahestehende hüllenlose Protoplasmamasse, welche er für das Sporulationsstadium des Aphtenseucheparasiten hält. Gleicher Ansicht ist Piana und Florentini[2]). Die specifische Krankheit konnte mit diesen Protozoen nicht erzeugt werden. (Wir gaben im Theil C. eine Erklärung für die auch von uns beobachteten amöbenartigen Gebilde.)

Die Untersuchungen Kurth's sind wegen ihrer Ausführlichkeit in morphologischer und biologischer Beziehung von besonderer Bedeutung, weil ein Zusammenhang mit den Organismen der übrigen Forscher zu erkennen ist.

Kurth sagt über seinen »Streptococcus involutus«: »Dieser ist ein regelmässiger Befund auf dem Grunde der Bläschen bei der Maul- und Klauenseuche des Rindviehs und da er anderweitig sich nicht findet, zugleich ein Erkennungszeichen dieser Krankheit«.[3])

Auch wir können bestätigen, dass wir einen dem Streptococcus involutus von Kurth ähnlichen Organismus nicht nur aus Krankheitsherden, sondern auch aus der Milch und aus dem Euter erkrankter Thiere gezüchtet haben, müssen aber hinzufügen, dass dieser Streptococcus nur eine bestimmte Form unserer unter andern Verhältnissen gezüchteten Kurzstäbchen ist.

1) Centralblatt für Bacteriologie, 1893, Bd. 13, S. 53.

2) Dasselbe, 1895, Bd. 17, S. 450.

3) Arbeiten aus dem Kais. Gesundheitsamt, Bd. 8, S. 451, 1892/93.

Was die Cultureigenthümlichkeiten des von Kurth genau beschriebenen Organismus betrifft, so können wir die Gleichheit mit den von uns gezüchteten Bacterien nicht behaupten, weil wir nicht die gleichen Nährböden — wie dieser Forscher — anwendeten: Auf festen Nährböden bildet unser Mikrob keine Streptococcen, sondern die in den Colonien enthaltenen Bacterien bestehen aus Coccen oder ovalen Stäbchen, welche in einer Schleimsubstanz eingelagert sind.

Schottelius[1]) hat bei seinen Untersuchungen über den Erreger der Seuche die beiden von Behla und Kurth beobachteten Formen erkannt und beschrieben. Er sagt von seinem Streptocyt:

»Es sind kürzere oder längere Reihen von sehr verschiedenen rundlichen Gebilden, welche zwar im Ganzen kugelig sind, von denen viele jedoch, namentlich die an den Enden stehenden, Ausstülpungen zeigen, welche sich der Form nach wie die beweglichen Ausläufer der weissen Blutkörperchen verhalten.«

Diese Bemerkung ist bezeichnend und es leuchtet sofort ein, dass diese Gebilde die von uns als »hefeartige« beschriebenen Formen sind.

Weiter gibt Schottelius über die Beobachtung dieser Gebilde an, dass »wenn man fortlaufend Tag um Tag Culturen im hängenden Tropfen untersucht, welche aus täglich frisch übertragenem Material genommen sind, die Ketten immer kürzer und kürzer werden und dass man schliesslich noch mit Bildungen zu thun hat, welche diplococcenartig oder wie Sprosspilze meist aus einem ungleich grösseren und 1—2 ganz kleinen anhängenden Kügelchen zusammengesetzt sind.«

Weitere Glieder in der Vervollständigung des Formenreichthums der Organismen werden durch die Arbeit von van Niessen[2]) hinzugefügt.

---

1) Centralblatt für Bacteriologie, Bd. IX, S. 79, 1892.

2) Van Niessen, Berliner thierärztliche Wochenschrift, 1897, Nr. 9, S. 100.

Diese mit schematischen Zeichnungen versehene eingehende Abhandlung ist von besonderem Interesse, weil durch dieselbe der Versuch gemacht wird, den Pleomorphismus eines Bacteriums zu beweisen.

Wir müssen leider der Kürze halber davon absehen, näher auf die Einzelheiten einzugehen und heben nur hervor, dass durch die darin enthaltenen Anschauungen und Angaben jedenfalls die Thatsache nahe gerückt wird, dass van Niessen denselben Organismus wie wir beobachtete. Die eigenthümlichen Gebilde, welche dieser Forscher auf Gelatineplatten erhielt, lassen sich nach unseren Erfahrungen als den Beginn einer Mycelbildung erklären.

In neuerer Zeit sind es die Veröffentlichungen von Siegel und Bussenius[1]), welche nicht nur in den Fachkreisen, sondern durch die Tagespresse die Aufmerksamkeit auch des weniger interessirten Publikums auf sich lenkten.

Siegel's Veröffentlichung aus dem Jahre 1894 hat mehr den Zweck, den aetiologischen Zusammenhang der Mundseuche der Menschen mit der Maul- und Klauenseuche der Thiere zu erbringen, bezw. den Beweis zu liefern, dass beide Krankheiten durch denselben Mikroorganismus hervorgerufen werden. Dass diese Thatsache nicht zu leugnen ist, beweisen die Uebertragungen dieser Krankheit durch den Genuss von Milch aus den mit Aphten besetzten Eutern, wie sie in neuester Zeit wieder vorgekommen sind.

So wurde dem Verfasser bei der Entnahme des Materials in Emmerich ein Fall erzählt, wo sich infolge einer leichtsinnigen Wette eine Dienstmagd durch den Genuss von Milch einer erkrankten Kuh nicht nur die überaus schmerzhafte Stomatitis zuzog, sondern sie hatte auch unter bedeutenden Schwellungen des Gesichtes zu leiden, die an Kopfrose erinnerten.

Siegel beschreibt das Bacterium als ein Kurzstäbchen, bezw. als einen ovoiden Bacillus von der Grösse 0,5—0,7 μ, welcher bei gefärbten Präparaten in der Mitte eine schwächer

1) Deutsche medic. Wochenschrift, 1897, Nr. 5 u. 6.

gefärbte Stelle hat, während die Pole den Farbstoff stärker aufnehmen.

Im Jahre 1896 hatte Bussenius aus verschiedenen Organen eines an der Mundseuche erkrankten Menschen ein dem Siegel-schen ähnlichen, kleinen ovoiden Bacillus gezüchtet, welcher blaue Colonien bildete und ein junges Kalb vier Tage nach der Fütterung des Bacillus tödtete.

Die aus dem lebenden und todten Körper des betreffenden Menschen erhaltenen Reinculturen ergaben, ausser dem obigen ovoiden Bacillus, das Vorhandensein verschiedener Coccen, unter denen ein sehr kleiner Coccus durch starke Virulenz sich auszeichnete und eine tödtliche Pyämie erzeugte.

Der Bacillus Siegel bewirkte nach der Verfütterung nur hin und wieder Krankheitserscheinungen, welche an die bei Maul- und Klauenseuche der Thiere bekannten Symptome »erinnerten«. Siegel klagt über die wechselnde Pathogenität und die schnelle Abschwächung der Virulenz. —

Bei einer in Schultzendorf ausgebrochenen Seuche konnten Bussenius und Siegel regelmässig den ovoiden Bacillus in den Organen der erkrankten Thiere auffinden, und halten die Forscher demnach diesen für den wirklichen Erreger der Krankheit.

E. Schlussergebnisse.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen glauben wir in folgenden Worten kurz zusammenfassen zu können:

1. Die an der Maul- und Klauenseuche erkrankten Thiere enthalten einen bestimmten Mikroorganismus, welcher die Eigenschaft hat, seine Gestalt zu ändern.

2. Die Aenderung der Gestalt wird vorzugsweise durch einen Wechsel der Ernährungsbestimmungen und durch die Ausscheidung, bezw. durch die Erzeugung von Stoffen bedingt, welche auf die Entwickelung des Bacteriums einwirken.

3. Das Bacterium erscheint theils als ovales Stäbchen, dessen Länge kaum das 1½fache der Breite beträgt, zum Theil sind die Stäbchen länger. Unter anderen Verhältnissen findet man

das Bacterium in Form von Coccen, Diplococcen, Streptococcen, welche stets in einer Schleimhaut eingebettet liegen. Nicht selten treten hefeartige Gebilde mit rundlichen Auswüchsen auf, die als Zooglöen zu betrachten sind, unter wieder anderen Verhältnissen verwandelt der Organismus sich in eine Streptothrix und letztere in einen Fadenpilz.

4. Diese Umwandlungen lassen sich verfolgen, wenn man von einer einheitlichen Bacteriencolonie ausgeht und Nährmedien von verschiedener Zusammensetzung, insbesondere mit verschiedenen Kohlenstoff- und Stickstoff-Verbindungen anwendet.

Mehrere Forscher, welche im Laufe der letzten Jahre mit den Mikroben der Maul- und Klauenseuche sich beschäftigten, haben höchst wahrscheinlich denselben Organismus wie wir beobachtet, jedoch zum Theil in verschiedener Gestalt und unter verschiedenen Lebensbedingungen.

Diese Forscher erkannten den grossen Wechsel der Formen des Mikrobiums nicht genügend und gelangten daher zu abweichenden Anschauungen.

5. Das Bacterium hat nicht nur eine ausserordentliche Vermehrungs-Fähigkeit und ein schnelles Wachsthum, sondern auch ein sehr grosses Anpassungsvermögen an die verschiedensten Ernährungsbedingungen. Sehr häufig ist das Bacterium ein Säurebildner; es vermag in sauren Flüssigkeiten gut zu wachsen. Jedoch ist es auch fähig, in alkalischen Flüssigkeiten üppig zu gedeihen und kann sogar aus Harnstofflösung kohlensaueres Ammoniak erzeugen, also als Alkalibildner auftreten.

6. Bei dem hohen Anpassungsvermögen des Bacteriums an die verschiedenen Ernährungsbedingungen und bei der leichten Veränderlichkeit seiner Formen kann es nicht auffallen, dass auch die physiologische Wirkung, welche das Bacterium auf lebende Thiere ausübt, eine sehr veränderliche ist und die charakteristischen Krankheits-Erscheinungen nur unter bestimmten Verhältnissen hervorruft.

Durch unsere Untersuchungen dürfte die Morphologie des Organismus im Wesentlichen klar gestellt sein. Dagegen

können wir ein Gleiches von den physiologischen Eigenschaften des Mikrobs nicht behaupten. Wir glaubten zunächst den Hauptwerth auf die Erkennung des Organismus unter den verschiedenen Lebensbedingungen und die Erforschung der Wandelbarkeit seiner Formen legen zu müssen.

Durch weitere Beobachtungen wird festzustellen sein, unter welchen Verhältnissen das Mikrobium seine krankheitserregenden Eigenschaften vorzugsweise äussert. Wir konnten diesen Theil der Forschung jetzt nicht weiter fortsetzen, weil inzwischen die Seuche in Westdeutschland soweit erloschen ist, dass es uns nicht möglich war, frisches Material zu erhalten. Die Virulenz der auf künstlichen Nährböden lange Zeit fortgezüchteten Bacterien war schwächer geworden und halten wir es für nöthig, die Arbeit nur mit solchen Bacterien fortzusetzen, welche auch bei grösseren Thieren eine volle Wirkung auszuüben vermögen.

8. Der Schwerpunkt der weiteren Forschungen über den Erreger der Maul- und Klauenseuche liegt demnach nicht mehr in der Morphologie, sondern in dessen Physiologie.

Anhang.

Zusammensetzung der benutzten Nährböden bezw. Nährflüssigkeiten.

1. Michserum-Agar. Milch wird durch eine Milchcentrifuge vom grössten Theil des Fettes befreit, dann auf ungefähr 40° C. erwärmt und geringe Mengen einer concentrirten Labessenz hinzugesetzt. Hat der Käsestoff sich ausgeschieden, so erhitzt man auf ungefähr 75° C. und filtrirt. Vom Filtrat wird 1 l mit 20 g gemahlenem Agar im Dampftopf eine halbe Stunde lang auf 1½—2 at erhitzt und die Flüssigkeit durch Soda genau neutralisirt, und nur entweder, wenn der Nährboden schwach alkalisch sein soll, 0,5 g Na_2CO_3, oder wenn man einen sauren Nährboden haben will, durch einige Tropfen Milchsäure schwach sauer gemacht.

2. Asparagin-Agar 20 g Agar, 1 g Asparagin, 1 g Glycerin, 1 g Kaliumphosphat gelöst in 1 l Wasser.

3. Nitrit-Agar. 20 g Agar, 1 g Kaliumphosphat, 1 g Na_2CO_3, 2 g Natrium-Nitrit werden bei 2 at. in 1 l Wasser gelöst.

4. Pepton-Agar. 20 g Agar, 20 g Pepton, 1 g Kaliumphosphat werden bei 2 at. in 1 l Wasser gelöst, die Flüssigkeit mit Soda genau neutralisirt und ausserdem 0,5 g Na_2CO_3 hinzugesetzt.

5. Harnstoff-Gelatine. Die gewöhnliche 10proc. Fleischwasser-Pepton-Gelatine wird mit 2% Harnstoff versetzt.

6. Milchserum. Das Milchserum wird bereitet, wie bei Milchserum-Agar angegeben ist.

7. Fleischwasser. 1 kg feingehacktes, fettfreies Muskelfleisch wird in einem passenden Gefäss mit 2 l Wasser übergossen, im Dampftopf 2 Stunden lang bei 100° C. erhitzt, die Flüssigkeit abgegossen, zum Volumen von 2 l verdünnt, durch Zugabe von Sodalösung neutralisirt, filtrirt und sterilisirt.

8. Fleischwasser-Peptonlösung (alkalisch). In 1 l Fleischwasser werden 10 g Pepton, 5 g Kochsalz gelöst, die Lösung durch Zugabe von Sodalösung neutral gemacht, mit 5 ccm einer 10proc. Sodalösung versetzt, filtrirt und sterilisirt.

9. Nitrit-Bouillon (neutral) Fleischwasser auf Zugabe von 2% Natrium-Nitrit.

10. Harnstofflösung. 20 g Harnstoff, 10 g Glycerin, 1 g Kaliumphosphat werden in 1 l Wasser gelöst.





ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

(BEGRÜNDET VON MAX v. PETTENKOFER.)

UNTER MITWIRKUNG

VON

Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Prof. Dr. E. CRAMER, Heidelberg; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Zürich; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Prof. Dr. A. HILGER, München; Prof. Dr. F. HUEPPE, Prag; Prof. Dr. F. KRATSCHMER, Wien; Prof. Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Prof. Dr. L. PFEIFFER, Rostock; Generalarzt Dr. J. PORT, Würzburg; Prof. Dr. W. PRAUSNITZ, Graz; Prof. Dr. F. RENK, Dresden; Prof. Dr. SCHOTTELIUS, Freiburg i. B.; Oberstabsarzt Dr. A. SCHUSTER, München; Prof. Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

H. BUCHNER, J. FORSTER, M. GRUBER, FR. HOFMANN, M. RUBNER,

O.Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

MÜNCHEN STRASSBURG WIEN LEIPZIG BERLIN.

EINUNDDREISSIGSTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.
DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG
1897.

Inhalt.

Seite

Ueber die bacterienfeindlichen Eigenschaften der Leukocyten.

Von

Dr. **A. Schattenfroh,**
Assistent am Institut.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Wien.)

Einleitung.

Während durch die Untersuchungen H. Buchner's die bactericide Wirkung des Blutes und Blutserums als unanfechtbare Thatsache sichergestellt wurde, war die Frage nach der Natur und der Herkunft der dabei wirksamen Substanzen zunächst noch eine offene.

Buchner hatte zuerst an einen activen Zustand des Gesammt-Bluteiweisses gedacht, nahm aber dann auf Grund weiterer Forschung — wobei sich ergeben hatte, dass das bactericide Vermögen des Blutserums den Neutralsalzen, dem Wasser gegenüber ein analoges Verhalten zeigt, wie die Wirkungsweise gelöster Enzyme, Toxalbumine, — die Existenz eigener bactericider Stoffe »Alexine« an, die ihren Reactionen nach als eiweissartige Körper angesehen werden müssen. Damit war auch, da wir ja gewohnt sind, fermentative Wirkungen stets als von Zellen ausgehend — wenn auch ohne die Anwesenheit derselben möglich — zu betrachten, der Gedanke an einen zelligen Ursprung der Alexine nahegelegt; es handelte sich jetzt darum, zu ermitteln, welchen Zellen die

Ausscheidung derselben im Thierkörper zufällt. Eine Reihe von Autoren ist nun zu der Annahme gekommen, dass die polynucleären Leukocyten die Muttersubstanz der Alexine vorstellen. Von den einschlägigen Arbeiten mögen hier nur die von H. Buchner[1]), M. Hahn[2]) und Denys[3]) eingehender besprochen werden, während bezüglich der andern auf das zusammenfassende in der Publication M. Hahn's enthaltene Referat und auf die neueste Broschüre Metschnikoff's[4]) verwiesen werden soll.

Buchner hat Aleuronatbrei, eine Aufschwemmung von Weizenkleber in Stärkekleister, Kaninchen und Hunden in die rechte Brusthöhle injicirt und konnte dadurch die Ansammlung eines stark leukocytenhaltigen Exsudats herbeiführen, das auf das bact. coli in vitro kräftig bactericid wirkte; diese Wirkung war beträchtlich stärker als die des Blutes und Blutserums vom gleichen Thier.

Da ein solches Pleuraexsudat im Wesentlichen durch einen Mehrgehalt an Leukocyten ausgezeichnet sei, so müssten letztere als die Ursache der verstärkten Wirkung gelten; eine Phagocytose im Sinne Metschnikoff's war ausgeschlossen, da die weissen Blutkörperchen durch Gefrieren und Wiederaufthauen des Exsudats getödtet waren. Buchner konnte auch durch Hinzugabe von eitrigen Belägen, wie sie sich in der Brusthöhle der Thiere nach Injection von Aleuronatbrei finden, die bactericide Kraft des Blutserums steigern.

Hahn hat zuerst diese Versuche wiederholt und bestätigt, indem er in analoger Weise bei Einhaltung der gleichen Versuchstechnik fand, dass Exsudate, durch Injection von Aleuronatbrei bei Kaninchen erzeugt, stärker bactericid auf Staphylococcus pyog. aur. und Bac. typhi wirken als das Blut und Blutserum des gleichen Thieres.

---

1) Münchner med. Wochenschr., 1894.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. 25.

3) La cellule, Bd. IX—XI.

4) »Immunität«. Weyl's Handbuch der Hygiene, 1897.

Weiters suchte er, indem er mit chemotaktischen Mitteln (Aleuronatbrei, Lösungen von zimmtsaurem Natron und Papayotin) getränkte Wattebäusche in die Bauchhöhle von Kaninchen einführte, sich möglichst isolirte Leukocyten zu verschaffen. Die durch Auspressen der Pfropfen gewonnenen Flüssigkeiten wurden mit phys. Kochsalzlösung verdünnt und in Eiskochsalzmischung eingefroren. Auch hier konnte durch Hinzufügen derselben zum Serum eine Verstärkung der Wirkung auf den Staphylococcus und den Typhusbacillus erreicht werden.

Wenn er den Choleravibrio aussäte, war der Effect freilich ein anderer: Da wirkte das Blutserum stets kräftiger als die Exsudate; insbesondere trat dies in jenen Fällen hervor, wo Aleuronatbrei verwendet wurde, indem hier schon nach einigen Stunden eine Vermehrung des Choleravibrio Platz zu greifen begann. Hahn erklärt dies einmal dadurch, dass in den Wattebäuschen zurückbleibende Reste von Aleuronatbrei die bactericide Wirkung der Flüssigkeit, soweit sie für dieses Bacterium in Betracht kam, hemmen oder aufheben, namentlich dem Gehalt an Stärke misst er eine grosse Bedeutung bei; zweitens meint er auf Grund des Umstandes, dass in Peptonwasser eine stärkere, raschere Vermehrung des Choleravibrio eintrat als in inactivirtem Serum, dass letzteres für denselben ein schlechter Nährboden sei, wodurch also, bei dem Fehlen antagonistisch wirkender Factoren — guter Nährbedingungen — die Alexinwirkung des activen Blutes in so hohem Maasse zur Geltung kommen könne.

In der Folge beschäftigte er sich auch mit der Frage, ob die bactericiden Stoffe Secretions- oder Zerfallsproducte der Leukocyten seien und kommt zum Schlusse, dass ersteres angenommen werden müsse. Auf diese Versuche, die übrigens nach Hahn selbst nicht als abgeschlossen zu betrachten sind, kommen wir noch zurück.

Denys hat mit seinen Mitarbeitern gefunden, dass ein durch Injection abgetödteter Staphylococcenculturen gewonnenes Pleuraexsudat von Kaninchen, das durch Centrifugiren zellfrei gemacht war, beträchtlich stärker bactericid auf den Staphylococcus wirke als das Blutserum desselben Thieres, und zwar sei die Wirkung

um so intensiver, je länger man — innerhalb 24 Stunden — mit der Entnahme des Exsudats gewartet habe. Zwei Erklärungen für die Anhäufung der bactericiden Stoffe im Exsudatplasma seien möglich: Entweder werden dieselben von den im Exsudat viel reichlicher als im Blute vorhandenen Leukocyten produciert, oder sie stammen aus dem Blutplasma und werden durch Transsudation an der lädirten Stelle abgeschieden — im Sinne einer Abwehr. Denys hält letzteres für unwahrscheinlich und glaubt an eine Secretion der Alexine durch die Leukocyten. Weitere Versuche gingen dahin aus, zellfreies, durch einstündiges Erwärmen auf 60° inactivirtes Exsudat durch die secretorische Thätigkeit demselben beigefügter Leukocyten wieder activ zu machen; sein Vorgehen war folgendes: Exsudat wird centrifugirt und der Bodensatz nochmals in Blutserum, das selbst nur äusserst schwach bactericid wirkte, aufgeschüttelt; nachdem die Zellen wieder sedimentirt, werden sie inactivem Exsudate beigegeben und nach einigen Stunden durch Centrifugiren wieder entfernt. Um die Wirkung der an den Zellen haften gebliebenen Flüssigkeit auszuschliessen, wurden einige Tröpfchen derselben in ein Controlröhrchen (mit inactivem Exsudat) gegeben und letzteres mit dem zellhältigen verglichen. Wie Denys hervorhebt, waren die erzielten Resultate schwankend, in den meisten Fällen negativ — das inactive Exsudat wurde nicht »reactivirt«. Nach Denys rührt dies davon her, dass die Leukocyten, wie er feststellen konnte, im inactiven Exsudat bald zu Grunde gehen und infolgedessen ihre vitalen Eigenschaften, so auch die Fähigkeit der bactericiden Secretion, in kürzester Zeit einbüssen. Später versuchte er, schwach wirksames Blutserum auf analoge Weise durch hinzugegebene und wieder entfernte Leukocyten stärker wirksam zu machen — gleichfalls mit negativem Erfolge: die Leukocyten hatten keine bactericiden Stoffe abgegeben[1]).

1) Andere Versuche desselben Autors, die mit zellhaltigen Flüssigkeiten angestellt waren, können speciell für die Frage nach der Provenienz der Alexine nicht herangezogen werden, da die Leukocyten hiebei nicht abgetödtet waren; es war demnach eine Wirkung durch Phagocytose nicht

In schroffen Gegensatz zu der Lehre, dass das Blut und das Exsudatplasma bactericide Stoffe enthalten, stellt sich die Theorie Metschnikoff's, der noch immer daran festhält — mit einer später anzuführenden Ausnahme — dass dem Blutplasma und den Gewebsflüssigkeiten im Thier eine bacterientödtende Wirkung fehle; im Thier falle nur den Zellen, speciell den polynucleären Leukocyten, die Aufgabe der Bacterienvernichtung zu, und zwar sei der normale Vorgang der, dass die Bacterien in's Innere der Zellen aufgenommen und dort durch chemisch wirksame Substanzen getödtet, verdaut würden. — Es ist allseits bekannt, dass die Metschnikoff'sche Anschauung heftig bekämpft wurde; gegen die Bedeutung der mikroskopisch gesehenen Phagocytose hat man vor allem eingewendet, dass man nicht entscheiden könne, ob im einzelnen Fall die Bacterien noch lebend, oder durch die Körperflüssigkeiten, durch andere unbekannte Einflüsse bereits getödtet, gefressen würden; die Aufnahme lebender Keime ist aber ein unerlässliches Postulat. Dass etwa nur todte Bacterien gefressen würden, konnte Metschnikoff schon frühzeitig widerlegen, indem er wiederholt ein späteres Auskeimen derselben aus dem Zellleib beobachten konnte; doch war damit natürlich der Phagocytose als Abwehrvorrichtung wenig gedient. Um ihr mit Recht Wichtigkeit beimessen zu können, musste nicht nur nachgewiesen werden, dass die Keime lebend aufgenommen werden, es musste auch gezeigt werden, dass sie in den Zellen abgetödtet werden. Auch dies konnte Metschnikoff und seine Schule bis zu einem gewissen Grade wahrscheinlich machen. Bordet hat auf Degenerationen der Bacterien im Innern der Zellen aufmerksam gemacht, die sich durch eine grössere Verwandtschaft derselben zu den sauren Anilinfarbstoffen (Eosin) kundgeben, und die bei den nicht eingeschlossenen Keimen fehlen.

---

ausgeschlossen. Thatsächlich spielt letztere für den Staphylococcus eine grosse Rolle und dürfte auch in den Denys'schen Versuchen das Ausschlaggebende gewesen sein; in Kürze wird die Versuchsanordnung weiter unten erwähnt werden.

Ebenso konnten Gruber und Durham[1]) bei ihren Untersuchungen über Bauchhöhleninfectionen mittels Culturmethode nachweisen, dass ein allmähliches Absterben der Typhus- und Cholerakeime in den Zellen stattfinde.

Wenn es demnach auch als sicher gelten konnte, dass lebend aufgenommene Bacterien in den Leukocyten zu Grunde gehen, so war es noch zweifelhaft, welche Bedeutung der freien Flüssigkeit hiebei zukäme; man vermuthete gewissermaassen eine Präparirung der Bacterien durch dieselbe, so dass sie sowohl leichter gefressen als auch in der Folge leichter getödtet würden. Bei unseren eigenen Versuchen kommen wir hierauf zurück.

Der Modus des Absterbens in den Zellen erfuhr ebenfalls im Laufe der Zeiten eine verschiedene Beurtheilung. Während ursprünglich Metschnikoff es als durch die Lebensthätigkeit der Zelle bedingt (Verdauung) aufgefasst hatte, war man auf Seite der Gegner mehr geneigt, geänderten physikalischen Verhältnissen, wie sie bei der Phagocytose ja sicherlich vorhanden sind, Bedeutung beizumessen. Heute glaubt man wohl auch an eine chemische Wirkung der Zellen, die jedoch nicht durch den etwas vagen Verdauungsvorgang zustande käme, sondern durch die in den Zellen localisirten bactericiden Stoffe bedingt sei; in diesem hypothetischen Sinne deutet jetzt auch Metschnikoff die Phagocytose.

Seit man an einen Zusammenhang der Alexine mit den Leukocyten gedacht hat, ist man in der Haltung der Phagocytentheorie gegenüber nicht mehr so ablehnend wie früher; wer die Leukocyten für die Quelle der bactericiden Substanzen ansieht, muss ja geradezu an die Möglichkeit glauben, dass diese Stoffe auch im Innern der Zellen in Action treten können. Es handelt sich eigentlich mehr darum, die Leistung der Phagocytose im einzelnen Fall festzustellen, als ihre principielle Bedeutung anzuerkennen oder zu läugnen. In dieser Beziehung ist eine Versuchsanordnung von Denys und unabhängig von ihm vom Verfasser zu erwähnen. Denys konnte zeigen, dass zell-

1) Verhandl. des 14. Congresses f. innere Medicin in Wiesbaden 1896, S. 227, und Durham, Reaction on peritoneal Infection, Proceed. of the Royal Society, 1897.

haltiges Exsudat im Plattenzählversuch stärker auf den Staphylococcus wirkt als durch Centrifugiren von den Zellen befreites, und schliesst daraus, wohl mit Recht, auf eine Bedeutung der lebenden Zellen, die er auf Phagocytose bezieht.

Ich hatte Gelegenheit, vor einem Jahr im hygienischen Institut in München unter Prof. Buchner's Leitung ähnliche Verhältnisse für die Hefezellen und den Soorpilz festzustellen. Wir waren zum Schlusse gekommen[1]), dass für diese Mikroorganismen die reichlich vorhandene Phagocytose von Bedeutung sein müsse, da wir eine Wirkung des Exsudats im Zählversuche nur dann constatiren konnten, wenn es lebende Leukocyten enthielt; waren die Zellen durch Gefrieren abgetödtet, so fehlte eine stärkere Wirkung, ebenso wenig trat eine Abtödtung in den zellfreien Flüssigkeiten, Exsudatplasma und Blutserum, ein.

Für eine Reihe pathogener Bakterien (Bac. anthrac., Bact. coli, Streptococcus erysipel., Bac. pyocyaneus) war aber dieser Unterschied nicht ausgeprägt; wir mussten also nothgedrungen die Bedeutung der Phagocytose für die untersuchten Bacterienarten in Abrede stellen. Ich will an dieser Stelle ausdrücklich hervorheben, dass wir nicht etwa der Ansicht waren, es sei durch diese Versuche die ganze Frage zu erledigen, allein einen brauchbaren Maassstab zur Beurtheilung derselben mussten sie uns liefern, umso mehr als sich ja gezeigt hatte, dass unter Umständen (Hefezellen, Soor) für die Phagocytose günstige Resultate erzielt wurden.

Die Versuche von Buchner, Hahn und Denys machen es äusserst wahrscheinlich, dass der Leukocyt bactericide Stoffe besitzt, die getrennt von der lebenden Zelle, getrennt von dem Zellleib überhaupt, in Action träten. Ein stricter Beweis hiefür ist aber durch dieselben nicht erbracht worden: anhangsweise mitgetheilte Versuche werden zur Genüge erkennen lassen, wie wenig der Vergleich von Serum- und Exsudatwirkung geeignet ist, sichere Schlüsse ziehen zu lassen.

---

1) Archiv f. Hygiene, Bd. 27.

Unsere hier niedergelegten Untersuchungen werden daher als Bekräftigung der bereits herrschenden Ansicht willkommen sein, da sie in ganz einwandfreier Weise den Beweis liefern, dass in den Leukocyten bacterienfeindliche Substanzen abgelagert sind und anderseits unsere Kenntnisse über dieselben erweitern.

Wir beschäftigten uns also zunächst mit der principiellen Lösung dieser Frage, an der in ganz gleicher Weise die Anhänger Metschnikoff's wie die der andern Richtungen interessirt sind. Erst in der Folge legten wir uns die weitere Frage vor, wie weit denn eine Abtrennung der Stoffe von den Zellen möglich sei, und ob man annehmen dürfe, dass auch im Thier eine solche theilweise in Betracht komme, mit andern Worten, ob die »humorale« Theorie auch hinsichtlich der Leukocytenstoffe eine Existenzberechtigung habe.

Eigene Untersuchungen.

Um hinsichtlich der reinen Zellwirkung zu klaren Schlüssen gelangen zu können, ist es unbedingt nöthig, dass die Leukocyten in einem indifferenten Medium sich befinden. Der Erste, der in Exsudaten die Zellen von der Flüssigkeit trennte, war Denys; wir haben diese Versuche bereits besprochen. Dadurch, dass er die centrifugirten Zellen in Serum nochmals vertheilte, wollte er eine möglichst weitgehende Isolirung derselben erzielen, ohne aber anscheinend von der Vollständigkeit der Trennung überzeugt zu sein, was daraus hervorgeht, dass er Controlversuche mit einigen Tropfen zellfreier Flüssigkeit anstellte. Eine vollständige Isolirung hingegen gestattet das zuerst von uns angewendete Verfahren:

Das in gewöhnlicher Weise gewonnene Exsudat — zunächst wieder von Kaninchen — wird centrifugirt. Nachdem die Zellen sich zu Boden gesenkt, wird abgegossen und der Bodensatz mit physiologischer Kochsalzlösung wiederholt gewaschen. Es werden also 15—20 ccm einer 0,6 proc. Lösung chemisch reinen Kochsalzes aufgegossen und darin die Leukocyten durch kräftiges Schütteln (am besten bei aufgesetztem sterilem Kautschukpfropf) fein vertheilt. Grössere Klumpen, die

sich schwer zerschütteln lassen und Fibrinflocken werden nachträglich entfernt, und nun wird wieder so lange centrifugirt, bis der grösste Theil der Zellen sich am Boden der Röhrchen angesammelt hat. Die ganze Procedur wird 3 mal vorgenommen und schliesslich der letzte Rückstand, der reine Leukocyten vorstellt, in Arbeit genommen. Häufig, — in geringem Grade fast stets — enthält ein solches Exsudat auch rothe Blutkörperchen beigemengt, die aber beim Waschen und Schütteln zum grössten Theile zugrundegehen und nicht weiter stören. Um sie vollständig fortzuschaffen, kann man für manche Fälle die Waschflüssigkeit mit den Zellen einmal zum Gefrieren bringen; die rothen Blutkörperchen gehen dabei zugrunde, und ihre löslichen Bestandtheile werden von der Kochsalzlösung ausgewaschen, während die weissen Blutkörperchen, von dem Verluste der vitalen Bewegungsfähigkeit abgesehen, in viel geringerem Maasse durch das einmalige Gefrieren leiden.

Die so behandelten Leukocyten sind ebenso gut isolirt, ebenso gründlich »ausgewaschen« wie etwa ein chemischer Niederschlag, den man wiederholt vom Filter nimmt und mit der Waschflüssigkeit zerreibt. Der Verdünnungscoëfficient der ursprünglich vorhandenen Flüssigkeit erhöht sich durch das Waschen auf etwa $^1/_{100000}$.

Von grösserer Bedeutung war die Entscheidung, ob die Zellen durch die etwas unzarte Behandlungsweise nicht an ihrer Integrität Schaden nehmen. Dass ein gewisser Procentsatz derselben thatsächlich hierbei zugrundegeht, erkennt man schon daran, dass, man mag das Waschen fortsetzen solang man will, stets organische Substanzen in der Kochsalzlösung gelöst werden; man kann darin unschwer das von Lilienfeld dargestellte Nucleohiston nachweisen.[1]) Der weitaus grösste Theil der Zellen bleibt aber wohlerhalten; denn bringt man sie in Serum oder Exsudatplasma, so zeigen sie, bei 37° C. gehalten, lebhafte amoeboide Bewegungen, die nur nicht so rasch wie bei den nicht

1) Die Waschflüssigkeiten, durch Eindampfen concentrirt, geben mit Essigsäure flockige Fällung, die sich auf Zusatz von verdünnter Lauge wieder auflöst.

gewaschenen Zellen einsetzen; gewöhnlich verstreichen einige Stunden, bis dies in ausgedehntem Maasse der Fall ist.

Dem entsprechend werden auch Staphylococcen, Hefezellen — äusserst empfindliche Reagentien — mit grosser Begierde aufgenommen. Wir durften also hoffen, dass die isolirten Zellen sich uns als brauchbar erweisen würden; da die Bewegungsfähigkeit bei den meisten Zellen erhalten blieb, waren wir wohl berechtigt anzunehmen, dass auch der Chemismus ein unveränderter war.

Versuche über die Wirkungsweise der Phagocytose.

Schwemmt man diese isolirten Zellen in einem indifferenten Medium auf, so darf man mit Fug und Recht alle mit diesen Flüssigkeiten erzielten bactericiden Leistungen auf die Zelle zurückführen. Zunächst wollten wir, ähnlich wie Denys, untersuchen, ob der Leukocyt im Stande sei, ohne die normale Gewebsflüssigkeit Mikroorganismen durch Phagocytose zu tödten; dabei mussten wir auch gleichzeitig erfahren, wie weit denn hinsichtlich des Eintretens derselben die active Flüssigkeit von Bedeutung ist. Als Medium für die isolirten Zellen wählten wir die durch Centrifugiren gewonnene, 1 Stunde auf 60° C. erwärmte Flüssigkeit, — wie sich bei späteren Versuchen zeigen sollte, mit nicht allzu grossem Vortheile.

Bei unsern früheren Versuchen hatte sich gezeigt, dass Hefezellen in Exsudaten, die lebende Leukocyten enthielten, in kürzester Zeit zugrundegehen. Der effective Werth der Phagocytose wurde dadurch klar bewiesen. Doch waren die Zellen hierbei stets im Zusammenhange mit der activen Flüssigkeit, so dass man hier, besonders da in einigen Versuchen auch eine deutliche Alexinwirkung zu Tage getreten war, eine vorangegangene Schwächung der Keime nicht ohne weiteres von der Hand weisen konnte.

War aber die Wirkung der Zellen unabhängig von den in der Flüssigkeit befindlichen Stoffen, so musste sie auch eintreten, wenn die Leukocyten im inactiven Medium suspendirt sind, — vorausgesetzt, dass in demselben die Aufnahme der Hefezellen geradeso gut erfolgt wie im unverändert gebliebenen Vollexsudat.

Wir konnten diesbezüglich thatsächlich keine grossen Unterschiede bemerken; nur war eine gewisse Verlangsamung der Bewegungsvorgänge ersichtlich, die aber in gleicher Weise vorhanden war, wenn wir den isolirten Zellen die abcentrifugirte active Flüssigkeit wieder hinzufügten, und die wir eben auf die beim Waschen eingetretene Schädigung zurückgeführt haben.

Bei zweien dergestalt angestellten Versuchen zeigte sich nun, dass die Zelle für sich die Fähigkeit besitzt, Hefezellen zu tödten. In der zellhaltigen Flüssigkeit trat, bei mikroskopisch nachgewiesener Phagocytose, bedeutende Verminderung der ausgesäten Hefekeime ein, während in den wiederholt eingefrorenen und aufgethauten, sowie in den erwärmten Controlproben eine Abnahme fehlte.

1. Versuch.

Exsudat von 2 Kaninchen wird vereinigt und centrifugirt; die Zellen werden gewaschen und einerseits mit dem activen (zellfreien) Exsudat wieder vereinigt (I), anderseits in derselben, aber auf 60° eine Stunde lang erwärmten Flüssigkeit suspendirt (II). Zur Controle wird von I eine Probe eingefroren und von II eine solche nochmals $^1/_2$ Stunde auf 60° erwärmt. Ausgesät: 2tägige Cultur von Sacharomyces Pastorianus auf Bierwürzegelatine, in phys. Kochsalzlösung aufgeschwemmt; Bierwürzegelatineplatten.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		$2^1/_2$ Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	3460	281	26	0
Ib	3900	350	11	0
IIa	3340	290	10	0
IIb	3520	410	32	0
I gefroren a	2960	3100	3450	4200
I gefroren b	3480	3610	3960	4250
II erwärmt a	3620	3100	3800	3200
II erwärmt b	3740	3400	4100	4400

2. Versuch.

Exsudat von einem Kaninchen, stark röthlich gefärbt. Bactericider Versuch in gleicher Weise wie Versuch 1 angesetzt. Aussaatmateriale: Sacharomyces Pastorianus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 3 Std.	Nach 7 Std.	Nach 24 Std.
I a	6450	660	28	12
I b	7200	720	16	9
II a	6900	810	45	16
II b	6880	540	19	2
I gefroren a	7400	8100	7950	—
I gefroren b	7800	7500	8260	—
II erwärmt a	6800	6300	6600	—
II erwärmt b	6550	7600	7100	—

Die Bedeutung der Phagocytose für das Zugrundegehen der Hefe erfuhr hiemit eine neue Bestätigung. So wichtig diese Thatsache an sich auch ist, so wenig wäre man berechtigt, sie ohne weiteres auf analoge Verhältnisse bei den Bacterien zu übertragen. Die Hefezelle geht im Leukocyten zugrunde, dafür sprechen schon die geschrumpften Formen. Es ist aber eines zu bedenken: Der Leukocyt ist kein Nährboden für den Hefepilz, es könnte daher sein Zugrundegehen auch theilweise auf Nahrungsmangel zurückzuführen sein, da bei Uebertragung in Bierwürzegelatine die Diffusion des Nährsubstrats durch den todten Zellleib hindurch vielleicht behindert ist, und so ein Auskeimen der anfangs möglicherweise noch lebenden Keime unmöglich gemacht werden könnte. Für die Abwehr der eingedrungenen Hefekeime ist die Art und Weise, wie der Tod derselben erfolgt, freilich irrelevant; da hätte auch ein intracelluläres Erhungern Werth. Nur im Interesse einer richtigen Auffassung des Mechanismus der Phagocytose musste dies klargestellt werden, und deshalb war es nöthig, die Abtödtung aufgenommener Bacterien, die ja im Innern der Zellen sich vermehren können, deren Zugrundegehen also viel wahrscheinlicher auf einem activ wirkenden Momente beruhen musste, eigens nachzuweisen.

Da wir der Ansicht waren, dass Versuche durch Anlehnung an Thierexperimente an Werth gewinnen, galt es zunächst, einen bacteriellen Krankheitsprocess zu finden, der mit starken Eiterungen einhergeht und daher die Prüfung der Beziehungen von

Zelle und Bacterium auch im Thier gestattet. Hiezu eignet sich in ganz ausgezeichneter Weise die Staphylococcen-Infection des Meerschweinchens.

Bei Einverleibung virulenter, abgeschwächter oder todter Culturen unter die Haut, in die Brust- und Bauchhöhle, ebenso bei Einbringen von mit solchen Culturen gefüllten Glascapillaren in's subcutane Gewebe zeigt sich stets die gleiche intensive Reaction, eine massenhafte Auswanderung weisser Blutkörperchen an die bedrohte Stelle und eine äusserst lebhafte Phagocytose. Mag das Thier bei intraperitonealer Infection auch zugrundegehen, stets sind die Leukocyten, wenn auch halbzerfallen, vollgepfropft mit den Coccen, eine sehr bemerkenswerthe Thatsache, die Beachtung verdient. Manche Forscher neigen zur Ansicht[1]), dass bei lethal verlaufender Infection die Phagocytose versagt resp. infolge der geringen Betheiligung der Leukocyten gar nicht einsetzt. Eine Einschränkung dieses Satzes ist wohl erforderlich.

In vielen Fällen trifft er zu, so z. B. bei der Injection von Culturen des Pneumobacillus Friedländer in's peritoneale Cavum von Meerschweinchen. Wenn die Culturen genügenden Virulenzgrad haben, was immer der Fall zu sein scheint, gehen die Thiere innerhalb 10—20 Stunden zugrunde; sowohl während der Krankheitsdauer als auch bei der Section des Thieres findet man in der Bauchhöhle nur spärliche Mengen von Leukocyten und nur äusserst wenige Phagocytosen.

Dem Thier, das der furibund verlaufenden peritonealen Infection erlag, wurde es ganz unmöglich gemacht, seine Zellen in den Kampf zu schicken, da es von Anfang an offenbar zu sehr in seinen physiologischen Functionen Schaden genommen hatte. Diese Schädigung ist aber nicht der einzige Grund, weshalb eine grössere Ansammlung von Leukocyten ausbleibt; ein wichtiger Factor ist der geringe specifische Reiz der Friedländerbacillen, die schwache positive Chemotaxis resp. das Ueberwiegen der negativen Chemotaxis derselben.

1) So spricht sich Kruse in Flügge's »Mikroorganismen« in diesem Sinne aus.

Injicirt man nämlich neben denselben ein stark leukocytenanlockendes Mittel, z. B. Aleuronatbrei, so werden sie ebenso lebhaft aufgenommen wie die Staphylococcen, ohne dass aber dadurch der Tod des Thieres aufgehalten würde.

Die Empfänglichkeit des Meerschweinchens für den Staphylococcus ist bei subcutaner und peritonealer Application keine sehr grosse, die Eiterungen enden häufig mit Genesung. Die von uns verwendete Cultur war anfangs verhältnismässig sehr stark virulent, so dass 1—2 Oesen das Thier tödteten, später mussten wir, um zum gleichen Effect zu gelangen, ½ bis 1 Agarcultur injiciren.

Um uns zu den in vitro auszuführenden Versuchen Exsudat zu verschaffen, verfuhren wir anfangs in ganz analoger Weise wie bei der Gewinnung von Kaninchenleukocyten. Wir injicirten demnach wieder Aleuronatbrei, wegen der kleinen Raumverhältnisse der Brusthöhlen aber in die viel weitere Bauchhöhle. Es bedurfte noch eines Kunstgriffs, um bei der grossen, durch die Darmschlingen gebotenen Oberfläche nicht allzu grossen Verlusten ausgesetzt zu sein. Wir spülten die Bauchhöhle mit phys. Kochsalzlösung aus und zwar gewöhnlich in der Weise, dass wir knapp vor der Tödtung 5—10 ccm derselben einspritzten. Unmittelbar darauf wurden die Halsgefässe aufgeschnitten und nach Eröffnung der Bauchhöhle der flüssige Inhalt mit sterilen Pipetten aspirirt; er stellt eine gelbliche, selten röthlich gefärbte Flüssigkeit vor, die, wie man sich mikroskopisch überzeugt, eine grosse Menge (mono- und) polynucleärer Leukocyten enthält.

Wir mussten nun erst prüfen, wie sich denn die Zellen des Meerschweinchens dem Isolirungsprocess gegenüber verhielten, denn es war ja vorerst der Zweck der Exsudatgewinnung, ähnlich wie für Hefe und Kaninchenleukocyten die Wirkungsweise der isolirten lebenden Zelle hinsichtlich der aufgenommenen Staphylococcen festzustellen. Es schien uns nun, wie wenn das Waschen von den Meerschweinchenleukocyten weniger gut vertragen würde; man sieht häufiger schlecht färbbare, undeutlich contourirte Zellen, und überdies erschienen auch, wenn man sie mit der abcentrifugirten Flüssigkeit wieder vereinigte, die amoeboiden

Bewegungen bei 37° weniger lebhaft. Schwemmt man sie nun in der inactivirten Flüssigkeit auf und gibt man grosse Mengen von Staphylococcen hinzu, so ist trotzdem der Erfolg meist ein recht günstiger. Schon in einer halben Stunde kommen viele eingeschlossene Coccen zur Beobachtung, und besonders nach vier bis fünf Stunden ist die überwiegende Menge der Zellen vollgefüllt. Von da ab machen sich aber Degenerationserscheinungen bemerkbar, die Anzahl schlecht färbbarer Zellen nimmt immer mehr zu, und die weitere Phagocytose stockt; nach 24 Stunden sind fast alle Zellen zugrundegegangen. Der Grund hiefür liegt nicht so sehr, wie etwa anzunehmen wäre, in dem nachhaltigen ungünstigen Einflusse der Isolirmethode, sondern hauptsächlich in der schädigenden Wirkung des inactivirten Exsudats; denn wenn man die gewaschenen Zellen mit der activen Flüssigkeit zusammenbrachte, blieben sie viel besser erhalten. Wir können hier nur die Erfahrungen von Denys, die wir schon erwähnten, bestätigen; die erwärmte Flüssigkeit ist ein äusserst ungünstiges Conservirungsmittel für die Zellen.

Trotzdem glaubten wir, damit zum Ziele zu kommen, da ja während der ersten Stunden die Degeneration noch nicht eintritt; freilich hätten wir negativen Resultaten keine Beweiskraft beilegen dürfen.

Sät man einerseits lebende Coccen, anderseits durch Erwärmen (1 Stunde auf 65°) oder Chloroform, das nachher wieder abgedunstet wurde, getödtete in diesen Flüssigkeiten aus, so ergibt sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass letztere in geringerem Maasse gefressen werden als erstere. In einem Versuch, der mit wenig reactionsfähigen Zellen angestellt wurde, wurden die abgetödteten überhaupt nicht aufgenommen. Es scheint also, dass infolge der Erwärmung oder der Behandlung mit Chloroform die diffusiblen, leukocytenanlockenden Stoffe der Staphylococcen, die sich, wie Versuche ergeben haben, auch im Filtrat der Culturen nachweisen lassen, eine Veränderung erfahren; es ist hiedurch, wenigstens hinsichtlich der Staphylococcen, der Ansicht widersprochen, dass die Aufnahme todter Bacterien besser erfolge. Wir haben uns weiter bemüht, auf etwaige

Unterschiede in der Fressthätigkeit bei Aussaat virulenter und künstlich abgeschwächter[1]) Staphylococcenculturen zu achten, konnten aber keine grossen Differenzen herausfinden; einige Male schien es wohl, wie wenn die abgeschwächten Coccen rascher gefressen würden, doch möchten wir keine sicheren Schlüsse hieraus ziehen. Eine andere Beobachtung war wichtiger: Wir haben schon früher hervorgehoben, dass wir als die Ursache der verschieden starken Leukocytenanhäufung bei den einzelnen Infectionsprocessen im Wesentlichen den von den verschiedenen Bacterien in ungleicher Intensität auf die Zellen ausgeübten Reiz[2]) erkennen; dies zeigte sich auch bei unsern Versuchen in vitro. Typhusbacillen, die bei der künstlichen peritonealen Infection, wenn sie in Heilung übergeht, ebenso wie in vitro im Vollexsudat in beträchtlicher Menge von den Leukocyten aufgenommen werden, wurden von den im inactivirten Medium suspendirten Zellen fast gar nicht mehr gefressen, Friedländer'sche Pneumobacillen ebenso wenig. Die Schwächung der Leukocyten durch ihren Aufenthalt in einem ihnen ungünstigen Medium reicht hin, um diese Unterschiede in prägnanter Weise hervortreten zu lassen.

Um nun festzustellen, wie sich denn die aufgenommenen lebenden Bacterien im Innern der Zellen weiter verhielten, ob sie dort in grösserer oder geringerer Zahl abgetödtet würden, standen uns zwei Wege offen. Wir konnten einmal wieder durch den Plattenzählversuch ermitteln, ob eine Verminderung der ausgesäten Keime erfolgt, oder wir beobachteten die Fresszellen mikroskopisch weiter, um ein Auskeimen oder die definitive Abtödtung direct an jeder einzelnen Zelle zu erkennen.

---

1) Die Abschwächung erfolgte durch wiederholte Züchtung bei 42—43° C.

2) Metschnikoff geht bekanntlich in dieser Beziehung noch weiter und bringt damit auch die natürliche Immunität in Zusammenhang, doch ist gerade die Staphylococcen-Infection der Meerschweinchen ein Beweis dafür, dass dies nicht statthaft ist, indem die Thiere ja trotz der ausserordentlich starken positiven Chemotaxis der Staphylococcen bei entsprechend hoher Virulenz derselben der Infection erliegen, wobei, wie erwähnt, die Leukocyten mit den Coccen vollgefüllt erscheinen.

Der erste Weg gab keine erfreulichen Resultate: In allen Röhrchen trat rasche Vermehrung der ausgesäten Staphylococcen ein, sowohl in jenen, die die isolirten Zellen enthielten, wie in den zellfreien Controlproben; es war eben das Medium, eine inactive Flüssigkeit, der Vermehrung der Bacterien zu günstig, so dass bei der grossen Anzahl extracellulärer Keime die Verminderung durch die Phagocytose auf den Platten gar nicht zum Ausdrucke kommen konnte. In diesem Punkte unterscheiden sich die Verhältnisse, wie sie hier in Betracht kommen, wesentlich von den Bedingungen, die für die Hefezellen gelten. Hefe vermehrt sich in den thierischen Flüssigkeiten nicht innerhalb 24 Stunden; es wird also die geringste Verminderung sich im Zählversuche bemerkbar machen müssen; ganz anders aber hier, wo so üppiges Wachsthum eintritt. Auffällig war nur, dass auch bei sehr kleiner Aussaat kein wesentlicher Unterschied auf den Platten bemerkbar war; man hätte doch meinen müssen, dass in den ersten Versuchsstunden, während deren auch in den inactiven Proben fast stets Entwicklungshemmung herrscht, die ja stets reichlich zu constatirende Phagocytose nicht erfolglos bleiben kann. Dies liess uns schliessen, dass die aufgenommenen Coccen zum grössten Theile wieder auskeimten. Dann wäre aber die Existenz bacterientödtender Stoffe resp. die Bedeutung der Phagocytose wieder fraglich geworden, wenn wir nicht in der Schwächung der Zellen den Grund für die schlechte Wirkung erblicken wollten.

Wir wurden in dieser Beziehung durch das mikroskopische Verhalten der Zellen aufgeklärt. Wir durften in unserem Falle bei dem Fehlen gelöster activer Substanzen einwandfreie Schlüsse daraus ziehen, besonders da wir in der Lage waren, dies jederzeit zu controliren. Sobald in den Röhrchen ausgedehnte Phagocytose eingetreten war, — wir mussten manch' vergeblichen Versuch zu diesem Behufe anstellen — wurden von Zeit zu Zeit einige Tröpfchen herausgenommen und auf einem Objectträger mit verflüssigtem Agar (unter 45° abgekühlt) innig vermengt. Bringt man nun rasch, bevor Erstarren eintritt, eine Oese davon auf ein Deckglas und befestigt man dieses

in der üblichen Weise auf einem hohlgeschliffenen Objectträger mittels etwas Vaselin, so hat man eine Platte im Kleinen angelegt und ist in der Lage, jeden einzelnen freien Keim, jede einzelne Zelle zu beobachten.

Legt man mehrere solcher »Mikro«-Platten (3—4) an, so kann man jede Phase in der Entwicklung der Keime festhalten. Bei der mikroskopischen Durchmusterung eines solchen Tröpfchens erkennt man nun deutlich die freien Coccen, ebenso die in Zellen eingeschlossenen; man hüte sich nur vor einer Verwechslung mit bei der Degeneration der Zellen auftretenden Körnchen; doch gelingt die Unterscheidung bei einiger Uebung, besonders wenn man gleichzeitig gefärbte Controlpräparate anlegt, unschwer.

Das eigentliche Verfahren ist nun folgendes: Der Objectträger, der das beschickte Deckgläschen trägt, wird auf einem beweglichen Objecttische mittels Klammern fixirt, so dass er jederzeit in dieselbe unverrückbare Lage zurückgebracht werden kann. Dann werden einzelne, besonders markante Phagocytosen aufgesucht und dabei jedesmal der Nonius abgelesen; auf diese Weise kann man ganz leicht die betreffenden Stellen, deren beiläufige Configuration man mit einer kleinen Skizze festhält, später wieder auffinden. Man achtet bei der Auswahl der Zellen besonders darauf, dass sie von allen Seiten freiliegen, insbesonders überzeugt man sich durch Bewegungen der Mikrometerschraube, dass auch oberhalb oder unterhalb derselben keine freien Coccen sich befinden. Dann kommt der Objectträger in einer hermetisch schliessenden Glasbüchse, an deren Boden sich etwas Cedernöl befindet, womit einer stärkeren Eintrocknung des Immersionstropfens vorgebeugt wird, in den Brutschrank. Nach einigen Stunden holt man ihn wieder hervor und sucht die früher bezeichneten Stellen wieder auf. Man wird nun finden, dass ein Theil der beobachteten Zellen in einen Coccenhaufen umgewandelt ist, während andere ihre ursprüngliche Gestalt bewahrt haben; in letzteren findet man auch die Coccen wieder, die sich zum Theil intracellulär vermehrt haben.

Bringt man den Objectträger nochmals in den Brutschrank zurück und untersucht nach Ablauf weniger Stunden abermals,

so wird man nur noch wenige der ursprünglichen Phagocytosen erkennen können; nach 24 Stunden sind aber fast alle zu kleinen Colonien geworden. Das geschilderte Verhalten entspricht so ziemlich den thatsächlichen Verhältnissen, wenn man, kurze Zeit nachdem in den Röhrchen reichlichere Phagocytose eingesetzt, die Proben entnimmt.

Dadurch erklärt sich auch, warum im Zählversuche auch anfangs keine Verminderung durch die Phagocytose erfolgt; es keimen die meisten gefressenen Bacterien auf den Platten wieder aus. Ganz anders aber werden die Resultate, wenn man, nachdem die Phagocytose in den Röhrchen begonnen hat, einige Zeit verstreichen lässt, bevor man an die Untersuchung schreitet; da keimen schon viel weniger eingeschlossene Coccen aus, und wenn man noch länger — etwa 24 Stunden — Zellen und Bacterien in den Röhrchen in Contact belässt, so sind die meisten, oder wenigstens sehr viele der nun beobachteten Phagocytosen definitiv. Es scheint also, dass erst bei längerem Verweilen der Bacterien im Innern der unversehrten Leukocyten die Wirkung kräftig genug wird, dieselben abzutödten, während, wenn man kurze Zeit nach der Aufnahme der Coccen die Zellen in Agar oder Gelatine überträgt, durch die dadurch bewirkte Tödtung derselben speciell vielleicht infolge Durchtränkung des Zellleibs mit dem Nährmaterial ein Weiterwirken der bactericiden Stoffe erschwert oder unmöglich gemacht wird. Man könnte sich noch weiter vorstellen, dass beim Absterben der Zellen die bacterienfeindlichen Substanzen abgegeben werden und daher im Innern der Zelle nicht mehr in unveränderter Stärke wirken können. Noch ein anderer Umstand muss berücksichtigt werden: es ist klar, dass, wenn man erst 24 Stunden nach Aussaat der Coccen untersucht, bereits ein Theil der früher entstandenen Phagocytosen zerfallen sein kann, so dass natürlich hierdurch der Percentsatz der nicht auskeimenden Bacterien eine Verbesserung erfahren müsste; wir glauben aber nicht, dass dem eine wesentliche Bedeutung zukommt.

Wir haben es als eine sehr fühlbare Unannehmlichkeit bei diesen Versuchen erwähnt, dass die Leukocyten im inactiven Medium so leicht ihre Bewegungsfähigkeit einbüssen. Spätere

Versuche — wir müssen hier etwas vorgreifen, — haben ergeben, dass bei Tödtung der Zellen, durch verschiedene Manipulationen vorgenommen, eine Abgabe der bactericiden Stoffe an die Umgebung erfolgt; man könnte nun etwas Aehnliches für unsere Versuchsanordnung vermuthen und wäre dann nicht sicher, dass das Medium, in welchem die isolirten Zellen suspendirt sind, thatsächlich frei von solchen Stoffen ist oder bleibt. Wir haben uns nun überzeugt, dass eine Schädigung der freien Coccen nicht erfolgt. Schon der Zählversuch machte es wahrscheinlich, indem ja eine ungehinderte Vermehrung derselben stattgefunden hat, wir konnten aber auch mikroskopisch in unsern Agarpräparaten nirgends in ihrer Entwicklung gehemmte freie Keime bemerken; überall waren sie nach entsprechend langer Beobachtung zu kleinen Colonien angewachsen.

Noch auf eine andere Weise konnte die definitive Abtödtung der gefressenen Staphylococcen ersichtlich gemacht werden. Wenn wir 24 Stunden nach Aussaat derselben durch Centrifugiren die Zellen trennten und in Bouillon übertrugen, so waren nach weiteren 24 Stunden noch viele Phagocytosen constatirbar. In Uebereinstimmung mit Bordet fanden wir ebenfalls, dass die Coccen in den Zellen der Färbung mit Eosin zugänglicher waren als die freien.

Wenn nun auch durch die geschilderten Untersuchungen ersichtlich wurde, dass der Leukocyt den Staphylococcus durch Phagocytose tödten kann, so schien dieser Vorgang doch bedeutungslos zu sein; es war ja niemals eine wirkliche Verminderung im Plattenzählversuch vorhanden. Wir wollten aber doch noch auf unsere früher geübte Versuchsanordnung zurückgreifen, da es nicht ausgeschlossen war, dass mit der activen Flüssigkeit im Zusammenhang belassene Leukocyten aus mancherlei Gründen sich, was den quantitativen Effect anbelangt, anders verhalten konnten als unsere isolirten Zellen, zumal die Erscheinungen im Thier es doch fast als unmöglich erscheinen liessen, dass die in solchem Umfange unter allen Umständen auftretende Phagocytose irrelevant wäre. Wir verglichen also wieder die Wirkung des zellhaltigen Exsudats, das lebende Leukocyten enthielt, mit jener

der durch Centrifugiren zellfrei gemachten oder vorher eingefrorenen und wieder aufgethauten Flüssigkeit. Thatsächlich ergab sich nun eine beträchtlich stärkere Leistung der zellhaltigen Flüssigkeit, die wohl nur auf Phagocytose bezogen werden kann. Dass hier die Wirkung derselben so deutlich hervortreten konnte, während sie bei den im inactiven Exsudat befindlichen Zellen versagte, beziehen wir vor allem darauf, dass auch in der zellfreien Flüssigkeit anfänglich deutliche Wirkung, wenn auch nur Entwicklungshemmung vorhanden war, so dass sich ebenso wie bei den mit Hefezellen angestellten Versuchen jeder Unterschied im Zählversuch bemerkbar machen konnte. Weiters wurden die Leukocyten auch besser conservirt in der nicht erwärmten Flüssigkeit, und schliesslich kann man auch vermuthen, dass die Staphylococcen bereits irgendwie geschädigt aufgenommen wurden und daher leichter und rascher in den Zellen zugrundegingen. Für Letzteres spricht der Umstand, dass schon nach kurzer Zeit die Differenz auf den Platten zu Gunsten des Exsudats mit lebenden Zellen zu Tage trat; man musste also annehmen, dass die intracellulare Abtödtung schneller erfolgte. Hiemit stimmten Versuche über die Auskeimung der im activen Exsudat gefressenen Staphylococcen gut überein, indem wir hier viel früher ein definitives Zugrundegehen der eingeschlossenen Coccen beobachten konnten, als bei unseren früheren Experimenten mit isolirten, in inactivem Medium suspendirten Zellen.

3. Versuch.

Exsudat von 3 Meerschweinchen; ein Theil wird unverändert verwendet I), eine zweite Portion von den Zellen durch Centrifugiren befreit (II), eine dritte ¾ Std. auf 60° erwärmt (III). Aussaat: virulente, eintägige Agarcultur von Staphylococcus pyog. aur.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 1 Std.	2 Std.	5 Std.	24 Std.
Ia	13 600	2 136	300	320	36 000
Ib	12 400	5 620	448	360	25 000
IIa	11 900	9 600	7 500	14 700	∞
IIb	11 500	10 800	8 500	9 900	∞
IIIa	12 800	15 700	19 900	32 000	∞
IIIb	10 600	16 900	17 400	41 000	∞

4. Versuch.

Exsudat von 2 Meerschweinchen; ein Theil unverändert (I), ein Theil gefroren und aufgethaut ([mit den Zellen] II), eine dritte Portion von den Zellen durch Centrifugiren befreit (III), und der Rest (ohne Zellen) inactivirt (IV). Staphylococcus, abgeschwächt.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach			
		$1^1/_2$ Std.	3 Std.	7 Std.	24 Std.
I a	8900	1 200	250	280	13 000
I b	9400	980	190	220	18 000
II a	9500	5 800	1 700	2 200	39 000
II b	9200	6 700	1 850	2 400	29 000
III a	8800	7 200	9 200	12 000	110 000
III b	8700	6 900	5 400	14 000	120 000
IV a	8300	8 500	12 000	sehr viele	∞
IV b	9800	12 600	18 000	do.	∞

5. Versuch.

In ganz gleicher Weise wie der vorhergehende angestellt; Exsudat von 4 Meerschweinchen. Staphylococcus, virulente Cultur.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	4 500	310	45	620
I b	4 250	480	96	4 800
II a	4 900	420	61	920
II b	5 100	250	110	840
III a	5 250	3 600	3 200	sehr viele
III b	5 150	4 900	6 200	do.
IV a	5 400	6 600	18 000	∞
IV b	5 500	7 200	26 500	∞

Auffallend war der Unterschied der Proben II und III in den 2 letzten Versuchen. II, das Exsudat mit den gefrorenen Zellen hatte um so viel stärker gewirkt als III, das zellfreie.

Da die Flüssigkeit in beiden Fällen die gleiche war — wir hatten ja so wie immer die gesammte Ausbeute vereinigt — so konnte nur der Gehalt an Leukocyten hiefür verantwortlich gemacht werden, und zwar mussten es, da ja die Zellen durch

Gefrieren getödtet waren, also eine Phagocytose ausgeschlossen war, aus denselben freigewordene Stoffe sein, denen die stärkere bactericide Leistung zuzuschreiben war. Wenn wir auch von vornherein der Ansicht waren, dass auch die Wirkung der lebenden Zelle auf die eingeschlossenen Coccen eine chemische, auf der Gegenwart bactericider Stoffe beruhende sei, so war doch der Umstand, dass wir extracelluläre, aber sicher von den Zellen ausgehende Wirkungen beobachten konnten, ein viel werthvollerer Beweis für die Existenz derselben; denn die Abtödtung im Innern der Leukocyten könnte ja immerhin auf die Lebensthätigkeit derselben (»Verdauung«) oder auf veränderte Existenzbedingungen bezogen werden [1]).

In den weiteren Versuchen waren wir bemüht, die hier gefundene Thatsache der bactericiden Wirkung abgetödteter Zellen eingehender zu verfolgen.

Versuche über die Wirkungsweise der bactericiden Leukocytenstoffe in thierischen Flüssigkeiten.

A. An Meerschweinchen.

Wir bedienten uns zum Nachweise derselben anfangs stets einer combinirten Versuchsanordnung, indem wir nicht nur das Wachsthum der Bacterien im zellfreien und zellhaltigen activen Exsudat untersuchten, sondern auch trachteten, indifferente Flüssigkeit, speciell das zellfreie inactivirte Exsudat, durch Hinzugabe isolirter Zellen wieder activ zu machen. Wir theilten dementsprechend das auf gewöhnliche Weise gewonnene Peritonealexsudat in 2 Theile, die beide getrennt weiter verarbeitet wurden. Die Leukocyten des einen Röhrchens wurden durch Waschen mit Kochsalzlösung isolirt und mit der inzwischen inactivirten, zellfreien Flüssigkeit wieder vereinigt. Von letzterer war ein kleiner

---

1) Thatsächlich wird auch das eine oder andere Moment zur eigentlichen bactericiden Wirkung hinzukommen können, wofür auch das Verhalten der Hefezellen, die ja fast nur von den lebenden Leukocyten getödtet werden, spricht.

Rest aufbewahrt worden, der zur Controle diente. Von der zweiten Portion wurde nach dem Centrifugiren die Hälfte der Flüssigkeit in ein anderes Röhrchen gegossen, und nun wurden alle vier Proben, actives zellhaltiges, actives zellfreies, inactives zellhaltiges und inactives zellfreies Exsudat in Eis-Kochsalzmischung 4 bis 5 mal eingefroren und aufgethaut. Der Zweck des Einfrierens war einerseits die Zellen zu tödten, um so die Phagocytose auszuschliessen, anderseits durch Lockerung des Zellgefüges die Extraction der bactericiden Stoffe zu bedingen oder zu unterstützen; wir hatten von dem Effect des Gefrierprocesses anfangs keine deutliche Vorstellung. Nachdem zum letzten Male aufgethaut worden war, wurde entweder gleich mit dem bactericiden Versuch begonnen, oder wir warteten 1, 2 Tage und bewahrten bis dahin die Röhrchen in der Kälte auf. Der Versuch wurde n der Weise angesetzt, dass gleiche Mengen, 1 bis 2 ccm, dieser Flüssigkeiten mittels steriler Pipetten in die einzelnen Röhrchen vertheilt wurden.

Versuche mit dem Staphylococcus pyog. aur.

Die stärkere Wirkung des zellhaltigen Exsudats, die wir oben als nebensächlichen Befund constatirten, zeigte sich auch hier in allen Fällen. Und zwar waren die abgetödteten Zellen auch in der inactiven Flüssigkeit deutlich wirksam. Es soll hier noch einmal daran erinnert werden, dass die lebenden Zellen trotz reichlicher Phagocytose nicht imstande waren, die Vermehrung des Staphylococcus im inactiven Exsudate aufzuhalten. Vergleichen wir nun hiemit das Resultat bei gefrorenen und wieder aufgethauten Leukocyten, so ergibt sich ein ecclatanter Unterschied, der eben durch die Tödtung der Zelle und das dabei erfolgende Freiwerden der wirksamen Stoffe bedingt ist.

Wir konnten also nach diesen günstigen Erfahrungen jetzt schon behaupten, die bacterienfeindlichen Stoffe der Leukocyten mit aller Sicherheit nachgewiesen zu haben. Die zellfreie Flüssigkeit war trotz ihrer offenbar starken Verdünnung noch immer

ziemlich stark wirksam, wenigstens war der Unterschied gegenüber dem erwärmten Exsudat stets deutlich ausgeprägt. Selbstverständlich wurde eine mikroskopische Controle der Plattenresultate nicht unterlassen; man konnte dadurch schon nach einigen Stunden — vollständig correspondirend mit dem Zählversuch — die behinderte Entwicklung der Coccen in den zellhaltigen Röhrchen erkennen. Wohl als Ausdruck der schwächsten noch sichtbaren Wirkung war ein ausgesprochenes Haufenwachsthum der Staphylococcen, wie es namentlich im inactiven Medium bei grosser Aussaat beobachtet werden konnte, aufzufassen. Diese Erscheinung, die mit der Agglutination nichts zu thun hat, wohl aber häufig damit verwechselt wird, hat ein Analogon in der Fadenbildung von Bacterien auf den künstlichen Nährboden, sie deutet stets auf ungünstige äussere Bedingungen. Wenn Haufenbildung constatirt werden konnte, war natürlich der betreffende Plattenzählversuch werthlos, da ja die Colonien nicht mehr einzelnen Individuen entsprachen.

6. Versuch.

Exsudat von 1 Meerschweinchen; zellhaltiges actives Exsudat (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV). Mikroskopisch nirgends Haufenwachsthum. Staphylococcus, abgeschwächte Cultur.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	5 Std.	24 Std.
Ia	4 750	490	55	45 000
Ib	4 900	370	81	90 000
IIa	5 100	3 700	200	∞
IIb	4 600	4 100	1 900	∞
IIIa	4 850	4 210	5 700	∞
IIIb	4 420	3 950	2 400	∞
IVa	4 680	6 600	29 500	∞
IVb	5 500	5 800	32 000	∞

7. Versuch.

Exsudat von 2 Meerschweinchen; leicht röthlich gefärbt; in derselben Weise angesetzt wie Versuch 6. In III geringes Haufenwachsthum. Staphylococcus virulent.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	8 Std.
Ia	940	22	0
Ib	710	11	1
IIa	1 050	640	720
IIb	850	510	940
IIIa	960	420	510
IIIb	1 100	960	1 160
IVa	890	2 050	sehr viele
IVb	1 050	2 900	do.

8. Versuch.

Exsudat von 3 Meerschweinchen; gleiche Anordnung. Kein Haufenwachsthum. Staphylococcus abgeschwächt.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	9 Std.
Ia	10 600	2 400	420
Ib	12 400	1 600	390
IIa	11 500	9 200	10 500
IIb	11 200	8 600	12 400
IIIa	11 600	12 400	24 000
IIIb	12 600	14 500	19 500
IV	11 800	25 000	120 000

Versuche mit dem Bacterium coli.

Dieselben zeigten in gleicher Weise wie die bisherigen Versuche die kräftige Wirkung der abgetödteten Zellen. Bei der hohen Wachsthumsenergie des Bact. coli war allerdings die Entwicklungshemmung in den zellhaltigen inactiven Proben keine lang anhaltende, in einigen Stunden trat schon wieder Vermehrung ein, doch erfolgte letztere viel lebhafter und schneller in den inactiven Controlröhrchen. Im zellhaltigen activen Exsudat hingegen war die Abnahme oft eine sehr beträchtliche.

9. Versuch.

Exsudat von 1 Meerschweinchen; die gleiche Anordnung wie bisher. Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	9 Std.
I a	1 050	250	24
I b	980	160	32
II a	1 150	1 360	24 000
II b	940	1 120	31 500
III a	1 080	1 250	6 400
III b	1 250	1 620	8 500
IV a	970	4 600	sehr viele
IV b	890	5 200	do.

10. Versuch.

Exsudat von 3 Meerschweinchen; gleiche Versuchsanordnung. Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		2½ Std.	10 Std.
I a	1 260	410	380
I b	1 190	570	620
II a	1 025	1 250	22 000
II b	1 220	1 190	19 500
III a	1 150	1 490	18 000
III b	1 080	1 260	16 500
IV	950	2 200	Unzählige

Versuche mit dem Choleravibrio.

Dieselben ergaben ein von den bisherigen Erfahrungen völlig abweichendes Resultat. Wir konnten die Aussaat noch so klein machen, niemals war eine deutliche Wirkung der Zellen zu erkennen. In ganz vereinzelten Fällen zeigte sich wohl eine geringfügige Entwicklungshemmung im zellhaltigen inactiven Exsudat, nicht selten aber war das Wachsthum der Bacterien in den zellhaltigen Proben sogar ein besseres. Dies musste um so auffallender erscheinen, als Blut und Blutserum sich gerade umgekehrt verhielten, indem der Choleravibrio darin rasch zugrundeging, während der Staphylococcus pyog. aureus, sowie das bact. coli sich viel widerstandsfähiger zeigten.

11. Versuch.

Von 8 Meerschweinchen, welchen Aleuronat injicirt worden war, wird das aus den Carotiden gewonnene Blut theils defibrinirt (I), theils auf Serum verarbeitet (II). Vor Beginn des Versuches werden alle Flüssigkeiten vereinigt. Ein Theil derselben wird durch ½stündiges Erwärmen auf 55° inactivirt.

a) Staphylococcus pyog. aur.:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	4 080	460	890	sehr viele
I b	4 250	230	470	do.
I (inactivirt) a . .	3 970	4 600	sehr viele	∞
I (inactivirt) b . .	3 850	4 500	do.	∞
II a	4 450	390	680	80 000
II b	3 900	280	590	92 000
II (inactivirt) a . .	4 160	5 900	sehr viele	∞
II (inactivirt) b . .	4 050	4 800	do.	∞

b) Bact. coli.:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	5 080	420	12 600	sehr viele
I b	5 600	670	15 500	do.
I (inactiv.) a . . .	5 200	8 900	sehr viele	∞
I (inactiv). b . . .	5 400	8 400	do.	∞
II a	4 900	590	9 400	sehr viele
II b	5 500	480	12 600	do.
II (inactiv.) a . .	5 450	7 400	sehr viele	∞
II (inactiv.) b . .	5 460	8 100	do.	∞

c) Choleravibrio:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	10 600	0	0	0
I b	11 500	0	0	0
I (inactiv.) a . .	9 800	fortschreitende Vermehrung		
I (inactiv.) b . . .	9 750	do.		
II a	11 200	0	0	0
II b	10 800	0	0	0
II (inactiv.) a . . .	11 600	fortschreitende Vermehrung		
II (inactiv.) b . .	9 700	do.		

12. Versuch.

Exsudat von jenen Thieren, die zum vorhergehenden Versuch gedient hatten; in der gewöhnlichen Weise verarbeitet: zellhaltiges actives Exsudat (I, zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV).

a) Choleravibrio:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	3 200	4 800	6 700	∞
Ib	3 500	5 200	8 200	∞
IIa	3 450	860	1 250	180 000
IIb	3 250	920	1 560	260 000
IIIa	3 850	5 200	56 000	∞
IIIb	3 660	4 800	65 000	∞
IVa	3 720	6 200	72 000	∞
IVb	3 760	5 800	110 000	∞

b) Staphylococcus pyog. aur.;

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		2 Std.	6 Std.
Ia	5 800	420	250
Ib	5 600	390	180
IIa	5 400	3 750	8 400
IIb	5 780	2 650	5 600
IIIa	4 900	4 820	5 200
IIIb	4 850	4 650	6 600
IVa	5 180	7 200	sehr viele
IVb	5 360	8 400	do.

Letzterer Versuch sollte demonstriren, dass das Ausbleiben der bactericiden Wirkung nicht etwa auf eine Minderwerthigkeit des verwendeten Exsudats bezogen werden kann, indem ja nach wie vor der Staphylococcus darin eine beträchtliche Abnahme der Keimzahl erfuhr.

Das auffallende und abweichende Verhalten des Choleravibrio musste einen andern Grund haben.

Das Erste, woran wir dachten, war, es seien die aus den Leukocyten freigewordenen bactericiden Stoffe mit den Blutalexinen nicht identisch. Eine solche Annahme wäre nicht unbedingt von der Hand zu weisen, wenn auch Manches dagegen

spricht, wie z. B. der Ausfall jener Experimente, die über eine Steigerung der bactericiden Kraft des Blutes im Zustande der Hyperleukocytose berichten. Wir werden später wiederholt Gelegenheit haben, auch noch auf andere Unterschiede aufmerksam zu machen, ohne dass wir uns aber deshalb zu der Meinung veranlasst finden, die bactericiden Stoffe der Zellen und des Blutes für verschieden zu halten.

Wenn sie identisch sind, so musste irgend ein schädigender Einfluss die Wirkung der, wie die Experimente mit Staphylococcus zeigen, zweifellos von den Zellen abgegebenen bactericiden Stoffe aufheben, compensiren, und zwar speciell für den Choleravibrio compensiren.

Man hätte vielleicht noch erwarten können, dass wenn man die Zellen mit Blutserum einfriert, die Resultate sich ändern. Das war aber nicht der Fall. Auch in diesen Versuchen trat eine deutliche Wirkung der Zellen nicht hervor; wiederholt war sogar zu bemerken, dass das Blutserum durch deren Hinzugabe eines grossen Theiles seiner bactericiden Kraft beraubt wurde. Durch letzteren Umstand sind wir zu der Annahme geführt worden, dass für die Compensation der bactericiden Wirkung gleichfalls beim Zugrundegehen der Zellen freiwerdende, nicht specifische Stoffe von Belang sein könnten. Die Versuche mit Serum als Extractionsmittel, sowie zahlreiche spätere Erfahrungen machten es ganz sicher, dass eine — theilweise — Compensation der bactericiden Wirkung durch solche Zellstoffe möglich ist, es handelt sich hier nur darum, ob man berechtigt ist ihr eine solche Bedeutung beizumessen, dass dadurch Körper, die im Serum so ausserordentlich stark wirken, unwirksam werden.

Aus den Untersuchungen von Buchner und von Nutall wissen wir, dass defibrinirtes Blut durch Gefrieren seine bactericide Fähigkeit einbüsst. Buchner erklärt dies so, dass, indem das Gefrieren an und für sich von den Alexinen gut vertragen wird, die aus den zerstörten rothen Blutkörperchen in Lösung gegangenen Substanzen als gute Nährstoffe für die Bacterien die bactericide Wirkung der Flüssigkeit aufheben; die diesbezüglichen Versuche waren mit einer Typhuscultur angestellt.

Dem Choleravibrio gegenüber verliert nun defibrinirtes, wiederholt eingefrorenes und aufgethautes Blut durchaus nicht immer seine bactericide Eigenschaft. In drei Versuchen war nur einmal das Blut unwirksam geworden.[1])

13. Versuch.

Blut von 2 Meerschweinchen wird theils defibrinirt, theils auf Serum verarbeitet; die corresp. Flüssigkeiten werden vereinigt (in gleichem Verhältnisse).

Serum (I), gefrorenes und wieder aufgethautes Blut (II), letzteres eine halbe Stunde auf 55° erwärmt (III). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 7 Std.	Nach 24 Std.
I a	12 600	0	0	0
I b	11 900	0	0	0
II a	13 700	0	0	0
II b	12 500	0	0	0
III a	11 800	28 200	∞	∞
III b	11 600	32 600	∞	∞

14. Versuch.

Blut von einem grossen Meerschweinchen wird defibrinirt (I), ein Theil wiederholt eingefroren und aufgethaut (II), ein Theil ½ Stunde auf 55° erwärmt (III). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 9 Std.	Nach 24 Std.
I a	9 600	0	0	0
I b	8 900	0	0	0
II a	8 500	260	2	16 500
II b	9 250	190	0	12 000
III a	9 100	fortschreitende Vermehrung		
III b	9 450	do.		

1) Dieses Resultat spricht für die Buchner'sche Auffassung, dass beim Gefrierprocesse die Alexine nicht zerstört werden, denn wenn eine Vernichtung der Alexine, sei es nun direct durch das Gefrieren, sei es durch die Zellstoffe der rothen Blutkörperchen, vorläge, so könnte ein solches Blut unmöglich mehr den Choleravibrio tödten. Durch die Annahme einer bloss compensirenden Wirkung im gefrorenen Blute kann hingegen ganz gut erklärt werden, warum trotz derselben ein so ausserordentlich empfindliches Bacterium wie der Choleravibrio ab und zu noch getödtet wird.

15. Versuch.

Blut von 1 Meerschweinchen; wie Nr. 14 angestellt. Choleravibrio.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	9 Std.	24 Std.
I a	7 600	0	0	0
I b	7 400	0	0	0
II a	6 500	fortschreitende Vermehrung		
II b	6 450	do.		
III a	7 100	do.		
III b	6 900	do.		

Dieses Verhalten des Choleravibrio im gefrorenen Blute spricht nun eigentlich gegen eine grosse Bedeutung der »compensirenden« Stoffe. Doch könnten da natürlich Unterschiede vorliegen, z. B. könnte die compensirende Wirkung der Zellstoffe der weissen Blutkörperchen aus irgend einem Grunde eine stärkere sein als die der rothen.

Jedenfalls müsste man im Gegensatz zur Wirkung des gefrorenen Blutes, das auf alle Bacterien an Wirksamkeit wenigstens verliert, sich vorstellen, dass die antagonistische Wirkung der Zellstoffe der weissen Blutkörperchen gerade für den Choleravibrio von so grosser Bedeutung ist, da sie ja ein Wirksamwerden der bactericiden Stoffe gegenüber dem Staphylococcus und dem bacterium coli nicht verhindert.[1])

Nachdem in den Versuchen von Hahn ein störender Einfluss des Aleuronatbreis sich bemerkbar gemacht hatte, war auch in unsern Untersuchungen daran zu denken. Wir prüften also die Exsudatflüssigkeit zunächst auf einen Gehalt an Stärke, indem wir vorsichtig verdünnte Jodlösung zusetzten. Es trat aber niemals — anfangs wird ziemlich viel Jod addirt — Blaufärbung ein. Desgleichen konnten wir niemals bei Anwendung der Trommer'schen Probe reducirende Substanzen nachweisen. Der Gehalt an Kohlehydraten konnte es also nicht sein, der unsere Versuchsergebnisse ungünstig beeinflusste. Hingegen ist es nicht möglich, durch die Enzyme des Exsudats gelöstes pflanzliches Eiweiss

1) Eine Versuchsanordnung, die in unserer ersten Mittheilung aufgenommen war, welche diese Compensation ausschliessen sollte, hat sich später nicht als einwandfrei erwiesen, weshalb sie hier weggelassen ist.

(aus dem Kleber herrührend) auszuschliessen. In der That spricht der Befund eher dafür, indem man bei der Section der Thiere gelbbraune Klumpen den Därmen aufliegend findet, die mikroskopisch eine grosse Menge von Leukocyten erkennen lassen und wohl Reste des sedimentirten Aleuronats vorstellen, in die die weissen Blutkörperchen eingedrungen sind. Es ist nun gewiss wahrscheinlich, dass, solange die Resorption nicht vollendet ist, in der umgebenden Flüssigkeit Aleuronateiweiss gelöst ist; letzteres könnte nun insoferne störend wirken, dass es durch Verbesserung der Nährbedingungen die Bacterien schädigenden Einflüssen gegenüber widerstandsfähiger macht, und so die Differenzwirkungen, die durch die Anwesenheit der Zellen bedingt sind, zum Verschwinden bringt. Wir suchten uns also auf andere Weise Meerschweinchenleukocyten zu verschaffen und bedienten uns hiebei des von Denys erprobten Verfahrens der Injection abgetödteter Staphylococcenculturen. Das dadurch gewonnene Exsudat war in keinem Falle so reich an Leukocyten wie die durch Aleuronatinjection erzeugten, war aber doch für unsere Zwecke verwendbar.

Thatsächlich waren hier die Verhältnisse etwas geändert. Vor allem war auffallend, dass die zellfreie Flüssigkeit viel stärker als die aus dem Aleuronatexsudat auf den Choleravibrio wirkte; der Versuch Nr. 12 ist ein Ausnahmsfall; fast stets war sonst von Anfang an im zellfreien Aleuronatexsudat Vermehrung eingetreten. Die Wirkung der zellfreien Flüssigkeit auf den Choleravibrio war aber auch stärker, wie Versuche 18 und 19 zeigen, als die auf den Staphylococcus. Ebenso war auch in zwei mit dem Choleravibrio angestellten Versuchen eine deutliche Zellwirkung — wenn auch erst nach 24 Stunden auftretend — ausgesprochen, obwohl die Wirkung auf den Staphylococcus eine äusserst schwache war. Letzteres konnte wohl nur darauf beruhen, dass die durch Staphylococceninjection gewonnenen Zellen, vielleicht weil sie dem todten Bacterieninjectionsmaterial gegenüber schon einen Theil ihrer Stoffe aufgebraucht haben, minderwerthig waren; um so auffallender aber musste es sein, dass trotzdem eine Beeinflussung des Choleravibrio ersichtlich war.

16. Versuch.

Injection von je 1 Agarcultur 1täg. Staphylococcen, in Kochsalzlösung aufgeschwemmt und 2 Stunden auf 70° erwärmt. Exsudat von 3 Meerschweinchen; jedes einzeln geprüft; actives zellhaltiges (I), actives zellfreies (II) Exsudat. Aussaat: Choleravibrio.

1. Exsudat:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	8 500	260	120	24 000
I b	8 200	190	310	37 500
II a	7 900	125	96	0
II b	7 850	190	130	15

2. Exsudat:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	10 600	470	550	48 000
I b	11 400	590	540	62 000
II a	12 100	670	390	420 000
II b	12 300	420	410	650 000

3. Exsudat:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	14 500	270	325	38 000
I b	13 900	190	290	16 500
II a	15 200	280	260	12
II b	14 100	160	148	0

17. Versuch.

Exsudate von 3 Meerschweinchen; wie Versuch Nr. 16 verarbeitet. Choleravibrio.

1. Exsudat:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	8 650	195	84	460
I b	9 200	180	76	590
II a	8 970	155	95	670
II b	8 800	210	112	550

2. Exsudat:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	15 900	860	960	82 000
Ib	16 200	750	830	55 000
IIa	14 800	640	250	0
IIb	15 500	520	190	0

3. Exsudat:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	7 400	140	250	2 050
Ib	7 600	131	162	1 900
IIa	7 200	126	146	3 200
IIb	8 100	112	185	1 850

18. Versuch.

2 Exsudate von Meerschweinchen in gleicher Weise gewonnen und verarbeitet (vereinigt).

a) Choleravibrio:

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2½ Std.	7 Std.	24 Std.
Ia	4 800	21	16	4 200
Ib	4 630	32	12	16 000
IIa	4 750	2	0	590 000
IIb	4 900	0	0	800 000

b) Staphylococcus:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2½ Std.	7 Std.	24 Std.
Ia	4 180	2 900	2 860	sehr viele
Ib	4 400	3 600	3 420	do.
IIa	4 260	4 450	6 900	do.
IIb	4 300	4 800	5 800	do.

19. Versuch.

Exsudat von 1 Meerschweinchen, ebenso gewonnen und verarbeitet Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	8 Std.	24 Std.
I a	4 830	3 900	8 600	∞
I b	4 700	2 400	7 500	∞
II a	4 590	4 260	9 800	∞
II b	4 880	4 730	8 800	∞

Wir glauben aus diesen Versuchen schliessen zu dürfen, dass thatsächlich dem Aleuronateiweiss ein speciell den Choleravibrio begünstigender Einfluss zugeschrieben werden muss; es wäre demnach möglich, dass hierdurch die Zellwirkung sich der Beobachtung entzieht. Wir glauben aber keineswegs, dass dies der Grund sein muss; es können noch zahlreiche Umstände mitspielen, die wir nicht zu überblicken vermögen. Wir lassen daher die Frage, warum die Leukocyten des Meerschweinchens so schwach auf den Choleravibrio wirken, offen und werden uns bemühen, dieselbe von einer andern Seite her zu klären.[1])

Versuche mit dem Typhusbacillus und dem Bacillus pyocyaneus.

Auch hier konnten nur schwach bactericide Wirkungen mit den gefrorenen Zellen erzielt werden; während bezüglich des Typhusbacillus ein fast ebenso grosser Contrast zwischen Serum- und Zellwirkung hervortrat wie beim Choleravibrio, war der B. pyocyaneus auch im Blute meist sehr widerstandsfähig.

20. Versuch.

2 mit Aleuronat injicirte Meerschweinchen; Carotidenblut, defibrinirt (I). Ein Theil davon 1/2 Stunde auf 55° erwärmt (II), Bauchhöhlenexsudat, in gewöhnlicher Weise verarbeitet; zellhaltiges actives (III), zellfreies actives (IV), zellhaltiges inactives (V), zellfreies inactives Exsudat (VI). Typhusbacillus.

1) Besonders auch die weiter unten mitgetheilten Versuche mit in physiologischer Kochsalzlösung erwärmten Zellen, wobei die Unterschiede zwischen Staphylococcus und Choleravibrio fast gar nicht mehr hervortraten, bestärkten uns in der Vermuthung, dass das Verhalten letzterer Bacterienart im gefrorenen Exsudat mehr durch nebensächliche Umstände als durch principielle Verschiedenheiten bedingt werde.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std	6 Std.	24 Std
Ia	3 500	120	0	0
Ib	3 630	95	0	0
II	3 760	6 800	∞	∞
IIIa	3 920	2 860	10 600	∞
IIIb	3 840	4 100	15 800	∞
IVa	3 460	3 570	14 900	∞
IVb	3 590	4 500	17 600	∞
Va	3 380	5 900	26 000	∞
Vb	3 720	5 650	24 000	∞
VI	3 650	5 800	29 000	

21. Versuch.

2 Meerschweinchen; dieselbe Anordnung wie im vorhergehenden Versuch. Bacillus pyocyaneus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		$2^1/_2$ Std.	7 Std.	24 Std.
Ia	2 800	410	860	∞
Ib	2 700	390	410	∞
II	2 850	sehr viele	∞	∞
IIIa	2 760	2 820	24 600	∞
IIIb	2 450	2 760	18 900	∞
IVa	2 820	2 950	16 500	∞
IVb	2 950	2 860	12 800	∞
Va	2 610	3 900	28 600	∞
Vb	2 740	3 720	38 000	∞
VI	2 800	4 100	36 500	∞

B. Versuche an Kaninchen.

In Erweiterung der für die Meerschweinchen-Leukocyten geltenden Thatsachen, wollten wir auch die diesbezüglichen Verhältnisse bei Kaninchen einer Prüfung unterziehen. Wir hatten schon gefunden, dass die weissen Blutkörperchen derselben unsere Isolirungsmethode ausgezeichnet vertragen und in inactivem Exsudate suspendirte Hefezellen begierig aufnehmen und auch tödten. Wir beschäftigten uns nun nicht weiter mit der Thätigkeit der

lebenden Zellen, sondern trachteten, da ja der Nachweis bactericider Leukocytenstoffe auch für die Beurtheilung der Phagocytose entscheidend ist, gleich von vornherein, das Vorhandensein solcher wirksamer Substanzen — unabhängig von der Lebensthätigkeit der Zelle — gemäss unserer beim Meerschweinchen gewonnenen Erfahrungen festzustellen. Es wurde also wieder das durch Aleuronatinjection aber ohne nachfolgende Verdünnung mit Kochsalzlösung gewonnene Pleuraexsudat in zwei Portionen getheilt und in gewöhnlicher Weise weiter verarbeitet. Wir gewannen so wieder active und inactive, zellhaltige und zellfreie Flüssigkeiten, die dann sämmtlich in Eis-Kochsalzmischung wiederholt eingefroren und aufgethaut wurden.

Versuche mit dem Staphylococcus pyog. aur.

Bei den hiemit angestellten bactericiden Versuchen zeigte sich nun, dass wohl im mit den Zellen eingefrorenen inactiven Exsudat eine ausserordentlich kräftige Wirkung zu Tage trat, so dass der ausgesäte Staphylococcus wiederholt abgetödtet wurde, dass hingegen die Wirkung des activen Exsudats durch die beigefügten Leukocyten eine nicht unbeträchtliche Einbusse erlitt.

22. Versuch.

Exsudat von 2 Kaninchen; zellhältiges actives Exsudat (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	10 Std.
Ia	15 600	9 200	4 200
Ib	17 400	8 600	3 200
IIa	16 600	260	0
IIb	16 200	92	12
IIIa	15 800	1 480	50
IIIb	16 700	1 295	22
IVa	15 400	fortschreitende Vermehrung	
IVb	17 100	do.	

Bevor wir weitere Versuche zur Aufklärung dieses scheinbaren Widerspruchs unternahmen, der übrigens nicht in allen Versuchen so krass wie in dem eben mitgetheilten hervortrat,

wollten wir erst die vollständige Analogie in der Versuchsanordnung mit den am Meerschweinchen angestellten Experimenten herstellen, wir verdünnten demnach, und zwar in vitro das Exsudat im Verhältnisse von 1 : 10 mit phys. Kochsalzlösung, bevor wir es weiter verarbeiteten. Die bactericiden Versuche ergaben nun wieder mit den früheren vollkommen übereinstimmende Resultate, indem die Wirkung der zellhaltigen Flüssigkeiten, sowohl der activen als auch der inactiven, jene der zellfreien um ein Beträchtliches übertraf.

23. Versuch.

Exsudat von 1 Kaninchen, mit der 10fachen Menge phys Kochsalzlösung verdünnt; zellhaltiges actives Exsudat (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		3 Std.	9 Std.	24 Std.
Ia	15 500	540	260	12
Ib	13 900	390	125	0
IIa	13 500	470	4 900	sehr viele
IIb	14 600	580	6 300	do.
IIIa	14 200	1 200	840	22 000
IIIb	13 200	1 620	690	18 000
IVa	13 800	26 600	sehr viele	∞
IVb	13 600	27 500	do.	∞

Dass die Wirkung des unverdünnten Exsudats mit den Zellen eine schwächere war als ohne dieselben, konnte wohl wieder nur darin seinen Grund haben, dass in ähnlicher Weise, wie wir es beim Choleravibrio gesehen, eine theilweise Compensation der bactericiden Wirkung durch antagonistisch wirkende Stoffe der Leukocyten erfolgte. Nur war ein wesentlicher Unterschied darin gelegen, dass, während die Meerschweinchenleukocyten nur selten auf den Choleravibrio bactericid wirkten, die Kaninchenleukocyten den Staphylococcus im verdünnten Exsudat und ebenso auch im unverdünnten inactiven, stets sehr kräftig beeinflussten.

Der Grund für dieses Verhalten war durch die Versuchsanordnung bedingt. Wir hatten uns von Anfang an vorgestellt,

dass durch das wiederholte Gefrieren und Aufthauen an sich eine gründliche Zerstörung der Leukocyten ermöglicht wird, so dass hiebei eine ausgiebige Lösung der bactericiden Substanzen in der umgebenden Flüssigkeit eintrete. Das scheint aber nun nicht in dem Maasse der Fall zu sein. Spätere Versuche haben uns überzeugt, dass beim Aufthauen im Wesentlichen bacterienfördernde, »antibactericide« Stoffe extrahirt werden, während die bactericide Wirkung in diesen mit activen Flüssigkeiten angestellten Versuchen zunächst an die Gegenwart der Zelle gebunden ist und wohl dadurch erst zu Stande kommt, dass durch die Maceration bei 37° allmählich auch die wirksamen Stoffe in grösserer Menge frei werden.

Dass diese Vermuthung richtig sein dürfte, erhellt daraus, dass, wenn man die Zellen nach dem Einfrieren entfernt — dabei ist es gleichgiltig, ob man dies unmittelbar nach dem letzten Aufthauen vornimmt oder erst nach 24 Stunden, wenn die Röhrchen in der Kälte aufbewahrt werden — nicht nur keine Steigerung der bactericiden Fähigkeit der Flüssigkeit im Vergleich zum zellfreien Exsudat resultirt, sondern im Gegentheil eine Verringerung derselben die Folge ist und zwar auch in der verdünnten Flüssigkeit.

Eine Schematisirung dieser Vorgänge liegt uns natürlich ferne; wir sind aber durch unsere Versuche wohl zu obiger Annahme berechtigt.

So wird es nun verständlich, warum sich unverdünntes und verdünntes zellhaltiges Exsudat verschieden verhielten. Das unverdünnte zellfreie Exsudat ist so wirksam, dass es gewöhnlich den Staphylococcus in kürzester Zeit tödtet; im zellhaltigen Exsudat wird daher ein späteres, allmähliches Freiwerden der bactericiden Stoffe aus den Zellen für den Vergleich im Plattenzählversuche belanglos sein, da macht sich hauptsächlich die antagonistische Wirkung der durch das Gefrieren gelösten Zellnährstoffe geltend. Im Gegensatz zum concentrirten ist das verdünnte zellfreie Exsudat selten von anhaltender Wirkung; meist tritt nach 8—10 Stunden bei halbwegs gross genommener

Aussaat schon wieder Vermehrung ein. Es wird daher in diesem Falle die Zellwirkung deutlich hervortreten können, wenn im Verlauf des Versuchs die Leukocyten ihre Stoffe abgeben.

Es kommt aber noch ein Umstand in Betracht. Wir haben einige Male gesehen, dass das verdünnte zellhaltige Exsudat stärker bactericid wirkte als das unverdünnte zellhaltige, obwohl die zellfreien Flüssigkeiten — alle vom gleichen Thier — sich natürlich umgekehrt verhielten. Wir schliessen daraus, dass die verdünnte Flüssigkeit ein besseres Extractionsmittel für die Zellen ist als die concentrirte, und deren bactericide Stoffe rascher und besser auslaugt.

An dem abweichenden Verhalten des unverdünnten und verdünnten Exsudats wurde auch nichts geändert, wenn man isolirte, gewaschene Zellen den zellfrei gemachten Flüssigkeiten hinzufügte. Auch hier wirkte nur das verdünnte zellhaltige besser als das zellfreie.

24. Versuch.

Exsudat von 2 Kaninchen. Die Zellen werden durch wiederholtes Waschen isolirt und sind frei von Beimengung rother Blutkörperchen; sie werden mittels Kochsalzlösung zu gleichen Theilen in 2 Röhrchen vertheilt, und wird die Flüssigkeit nach kurzem Centrifugiren wieder abgegossen. In ein Röhrchen wird concentrirtes zellfreies Exsudat, in das zweite gleichviel verdünntes gegeben, und werden die Zellen durch energisches Schütteln gleichmässig vertheilt. Conc. zellhaltiges Exs. (I), conc. zellfreies Exs. (II), verdünntes zellhaltiges Exs. (III), verdünntes zellfreies Exs. (IV). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten:

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	12 500	6 200	390	0
Ib	13 600	8 300	620	0
IIa	13 200	2 100	61	0
IIb	11 900	1 400	12	0
IIIa	11 600	4 700	2	0
IIIb	13 200	3 900	9	0
IVa	12 600	8 300	420	560
IVb	12 200	7 200	650	520

Aus den Zahlen ist einmal ersichtlich, dass auch im concentrirten zellhaltigen Exsudat nach 24 Stunden Abtödtung

eingetreten ist, während der ersten Versuchsstunden war aber der Unterschied in der gewöhnlichen Weise ausgeprägt. Später hat sich ergeben, dass die Grenze nicht so scharf gezogen werden kann, als die ersten Versuche es gestatteten. Wir haben einige Male auch im verdünnten Exsudate eine anfängliche Hemmung der bactericiden Wirkung durch die beigefügten Zellen gesehen; es darf nicht befremden, dass, nachdem ja principielle Verschiedenheiten nicht vorliegen, die Differenzen öfters verwischt werden.

Der eine Versuch lehrte uns noch weiter, dass Unterschiede, die sich namentlich auf ein verschiedenes Verhalten der Gerinnung bezogen, für unsere Frage bedeutungslos waren.

Wir hatten anfangs beim Centrifugiren des concentrirten Exsudats in den meisten Fällen Gerinnung beobachtet, die anderseits beim verdünnten Exsudate meistens ganz fehlte oder nur geringfügig war. Wir glaubten nun, es könne eine Folge dieser Gerinnung sein, die übrigens niemals eine klumpige war, sondern stets ein Abgiessen der Flüssigkeit gestattete, dass das zellfreie Exsudat stärker wirkte als das mit den Zellen und dem Fibrin eingefrorene, indem bei dem dabei eintretenden theilweisen Zerfall der Zellen die bactericiden Stoffe abgegeben würden und so der Flüssigkeit zugute kämen: die so beraubten Zellen würden dann durch ihre Nährstoffe die Wirkung ihres Mediums verringern. Spätere Versuche, bei denen wir die Gerinnung dadurch vermieden hatten, dass wir möglichst rasch nach der Entnahme aus dem Thier das Exsudat auf die Centrifuge brachten, und auch der eben mitgetheilte zeigten aber, dass wir die Bedeutung der Gerinnung überschätzt hatten. Zur Erklärung können nur die oben geschilderten Verhältnisse — schlechte Auslaugung der bactericiden Stoffe aus den gefrorenen Leukocyten in den activen Flüssigkeiten und Compensirung der bactericiden Wirkung durch gewisse Zellstoffe — herangezogen werden.[1]

[1] Dies erklärt es uns auch, warum früher einmal in einem Versuch direct in Widerspruch mit den anderen Erfahrungen keine Wirkung auf das bact. coli eingetreten war. Wir hatten uns, wie wir zufälligerweise im Protokolle, freilich als nebensächlich, bemerkt hatten, einer Pipette mit enger Ausfluss-

Wir müssen aber noch über einen Punkt die nöthige Aufklärung geben. Es hatten zwar im concentrirten activen Exsudat die Zellen dessen Leistung beeinträchtigt, im concentrirten inactiven hingegen waren sie von glänzender Wirkung gewesen. Dies dürfte hauptsächlich darin seinen Grund haben, dass die durch Gefrieren abgetödteten Zellen in dem ihnen von vornherein ungünstigen Medium einer rascheren und gründlicheren Maceration unterliegen als in den activen Flüssigkeiten. Wir glauben, dass gerade die vorangegangene Abtödtung hier von Bedeutung ist, nachdem sich bei unsern mit Hefezellen angestellten Versuchen ja ergeben hatte, dass die Kaninchenleukocyten eine geraume Zeit in der erwärmten Flüssigkeit am Leben bleiben können. Sicher jedenfalls ist, dass, wenn man isolirte Zellen mit inactivem Exsudat einfriert, bereits während eines 1tägigen Macerirens in der Kälte eine beträchtliche Anhäufung bactericider Stoffe in der Flüssigkeit eintritt, denn entfernt man die Zellen nach 24 Stunden durch Filtration, so gewinnt man auf diese Weise kräftig bactericide Flüssigkeiten; insbesondere ist dies der Fall, wenn man mit phys. Kochsalzlösung verdünntes inactives Exsudat verwendet. Das war ja auch die Methode, deren wir uns später zur Gewinnung zellfreier Extracte bedienten.[1])

Versuche mit dem Choleravibrio.

Die ungünstigen Erfahrungen Hahn's, die wir oben auseinandergesetzt haben, liessen uns ein negatives Resultat befürchten. Doch gelang der Nachweis der bactericiden Leukocytenstoffe wider Erwarten recht gut, u. zw. bei Einhaltung der

öffnung bedient, so dass wir die durch das Gefrieren zusammengeballten Zellen nicht mit in die einzelnen Röhrchen übertrugen. Auf diese Weise konnten wohl die durch das Gefrieren extrahirten Nährstoffe, nicht aber die bactericiden Substanzen in Wirksamkeit treten

1) Von nebensächlicher Bedeutung dürfte vielleicht noch sein, dass im inactiven Extract die gefrorenen Zellen sich nicht wie in den activen Flüssigkeiten zusammenballen, sondern in der Flüssigkeit fein vertheilt bleiben. Es könnte dies eine bessere Maceration zur Folge haben.

gleichen Versuchsanordnung wie bisher, also bei Verwendung von Aleuronatbrei; die zellhaltigen Flüssigkeiten erwiesen sich als beträchtlich stärker bactericid als die zellfreien. Wir zweifeln nicht, dass in den Hahn'schen Versuchen thatsächlich der Aleuronatbrei störend einwirkte und beziehen dies so wie er selbst darauf, dass in den zur Anlockung von Leukocyten eingelegten Wattebäuschen Reste desselben zurückblieben, die dann beim Auspressen oder Extrahiren derselben mit Kochsalzlösung mit den Leukocyten in die Versuchsflüssigkeit übergingen.

Wenn man hingegen nach der von Buchner stets und auch von Hahn anfangs geübten Methode verfährt, also so wie wir Aleuronatbrei in die Brusthöhle injicirt, so ist man imstande, durch vorsichtiges Pipettiren die Uebertragung des in fester Form abgelagerten Aleuronats vollständig zu vermeiden.

Wir glauben aber nicht, dass dies allein den günstigen Ausfall unserer Versuche bedingt, denn in der Flüssigkeit wird ja gewiss Aleuronateiweiss gelöst sein und gerade in gelöster Form[1]) wird es ja am ehesten beeinträchtigend wirken können. Wenn trotzdem die Wirkung der abgetödteten Zellen so deutlich hervortreten konnte, so wird dies wohl darin seinen Grund haben, dass in unsern Versuchen viel grössere Mengen derselben in Action traten. Die zellfreien Flüssigkeiten, namentlich die stark verdünnten, zeigten wohl oft eine auffallend geringe Wirksamkeit, ebenso war, wenn wir wenig Zellen hinzufügten, die Wirkung auf den Choleravibrio eine schwächere als auf den Staphylococcus, so dass auch wir zu der Annahme geführt wurden, dass irgendwie schädigende Einflüsse eine Rolle spielen; insbesondere der Vergleich mit dem Serum hat auch hier die schwächere Wirkung der Exsudate hervortreten lassen, doch soll hierüber erst später (s. u.) im Zusammenhange berichtet werden. Wir ziehen hier, wie ja zunächst bei allen unsern bisherigen Versuchen, nur den Schluss, dass der Kaninchenleukocyt auch

1) Geringe Mengen von Aleuronat könnten wohl auch durch die Enzyme der Bacterien während des Versuchs in Lösung gebracht werden.

dem Choleravibrio gegenüber wirksame Stoffe besitzt; und das erscheint wohl als gerechtfertigt.[1])

Eine Compensation der bactericiden Wirkung durch die Nährstoffe der Zellen war hier nicht ersichtlich; wenigstens wirkte das unverdünnte zellhaltige Exsudat gleich von Anfang an stärker als das zellfreie, während bei den Versuchen mit Staphylococcus der Unterschied in umgekehrter Richtung sich bemerkbar gemacht hatte; es beweist dies eben wieder die Complicirtheit der hiebei in Betracht kommenden Verhältnisse. Nimmt man an, dass die durch Zellnährstoffe erfolgende Compensirung der bactericiden Wirkung eine indirecte, durch Beeinflussung der Bacterien hervorgerufene sei, so wird man erwarten können, dass sich die einzelnen Bacterienarten diesbezüglich unterscheiden können.[2])

25. Versuch.

Exsudat von 2 Kaninchen, unverdünnt: zellhaltiges actives (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	32 500	120	0	0
Ib	29 800	180	0	0
IIa	31 200	8 200	11 500	Sehr viele
IIb	30 600	6 900	9 300	do.

1) Der Umstand, dass die Wirksamkeit der bactericiden Stoffe des Kaninchenleukocyten trotz Anwendung von Aleuronatbrei auch dem Choleravibrio gegenüber hervortrat, wäre wohl geeignet, die Bedeutung desselben hinsichtlich seiner compensirenden Wirkung, wie sie uns bei den Versuchen am Meerschweinchen nicht unwahrscheinlich schien, herabzudrücken. Doch könnte der Unterschied dadurch bedingt sein, dass die durchaus (auch dem Staphylococcus gegenüber) schwächere Wirkung der Meerschweinchenzellen leichter zum Verschwinden gebracht werden kann, und weiters könnten Verschiedenheiten der Versuchsanordnung insoferne von Bedeutung sein, als durch die intraperitonealen Kochsalzinjectionen unter Umständen feinste Partikelchen des sedimentirten Aleuronats in Emulsion gebracht werden und somit in die Versuchsröhrchen gelangen könnten, während dies bei der Section der Kaninchen, wie schon auseinandergesetzt, leichter vermieden wird

2) Ebenso wird es auch verständlich erscheinen, dass sich die Leukocyten verschiedener Thierspecies verschieden verhalten — Meerschweinchenzellen hatten ja sehr oft bei Aussaat des Choleravibrio antibactericid gewirkt.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
III a	30 400	14 200	11 200	Sehr viele
III b	29 200	9 300	13 900	do.
IV a	31 900	83 000	Unzählige	Unzählige
IV b	32 500	75 000	do.	do.

26. Versuch.

Exsudat von einem Kaninchen, unverdünnt; zellhaltiges actives Exsudat (I), zellfreies actives Exsudat (II). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		3 Std.	8 Std.	24 Std.
I a	12 800	0	0	0
I b	13 900	0	0	0
II a	12 200	450	820	22 000
II b	12 600	360	910	39 000

27. Versuch.

Exsudat von einem Kaninchen, im Verhältnisse von 1:8 verdünnt; zellhaltiges actives (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives (IV). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	8 Std.	24 Std.
I a	3 600	290	0	0
I b	4 100	160	0	0
II a	3 700	590	1 220	Sehr viele
II b	3 400	630	970	do.
III a	3 200	4 600	8 600	do.
III b	3 800	3 200	10 200	do.
IV a	3 650	8 900	Sehr viele	∞
IV b	3 630	9 800	do.	∞

Versuche mit dem Bacterium coli.

Hier wurde von vornherein nur verdünntes Exsudat verwendet, wobei ganz analoge Resultate wie beim Staphylococcus und dem Choleravibrio erzielt wurden.

Wir begnügten uns hier, die bactericide Wirkung der Leukocyten festzustellen, ohne auf Einzelheiten einzugehen. Das bacterium coli war, soweit unsere Versuche dies beurtheilen liessen, recht empfindlich.

28. Versuch.

Exsudat von einem Kaninchen, leicht röthlich gefärbt, 1:12 verdünnt; actives zellhaltiges (I), actives zellfreies (II), inactives zellhaltiges (III), inactives zellfreies (IV). Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	10 Std.
Ia	2 650	51	0
Ib	2 960	45	3
IIa	2 780	420	630
IIb	2 620	390	410
IIIa	2 860	2 050	970
IIIb	2 420	1 260	1 120
IVa	2 900	fortschreitende Vermehrung	
IVb	2 520	do.	

29. Versuch.

Exsudat von 1 Kaninchen, 1:10 verdünnt (Dieselbe Anordnung wie in No. 28). Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	9 Std.	24 Std.
Ia	3 280	22	0	0
Ib	3 750	16	0	0
IIa	3 460	490	390	8 600
IIb	3 580	820	420	950
IIIa	3 620	250	180	3 900
IIIb	3 390	370	255	2 800
IVa	3 820	9 700	sehr viele	
IVb	3 970	8 200	do.	

Versuche über die Wirkungsweise abgetödteter Leukocyten in physiol. Kochsalzlösung.

Bisher hatten wir die Zellen stets im Contacte mit den thierischen Säften — resp. Flüssigkeiten, die wie das inactive oder das verdünnte Exsudat in ihrer Zusammensetzung denselben

nahe kamen, auf ihre Wirkungsweise geprüft, da wir von vornherein mit Buchner und Hahn annahmen, dass ihre bactericiden Stoffe da am besten zur Geltung kommen können. Es unterliegt wohl auch gar keinem Zweifel, dass derart angestellte Versuche dadurch, dass sie am meisten den natürlichen Verhältnissen entsprechen, die meiste Beachtung verdienen.

Wenn wir in der Folge die künstlich isolirten Zellen auch weiter getrennt von den thierischen Flüssigkeiten liessen und in physiologischer Kochsalzlösung suspendirten, so geschah dies nur aus rein praktischen Gründen: es musste so leichter gelingen, nähere Aufschlüsse über ihren Chemismus zu erhalten, man konnte auch die Einwirkung höherer Temperaturen, des Eintrocknens, ihr Verhalten Zellgiften gegenüber u. a. einwandfreier studiren.

Die Versuche wurden zunächst an Kaninchen und mit dem Staphylococcus pyog. aur. angestellt und zwar in der Weise, dass die isolirten Leukocyten nochmals in physiologischer Kochsalzlösung — die Menge hing von der Grösse des Versuchs und der Ausbeute ab — vertheilt und dann durch wiederholtes Gefrieren und Aufthauen getödtet wurden. Zur Controle wurde wieder ein Theil dieser Leukocyten-Kochsalzflüssigkeiten eine halbe Stunde auf 60° erwärmt. Das Ergebnis gleich des ersten bactericiden Versuchs war, dass die Staphylococcen in kürzester Zeit getödtet wurden, allein auch in den erwärmten Controlproben war eine ganz beträchtliche Verminderung eingetreten.

30. Versuch.

Leukocyten von einem Kaninchen, isolirt, mit physiologischer Kochsalzlösung aufgenommen und eingefroren (I), ein Theil davon ½ Stunde auf 60° erwärmt (II). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 9 Std.	Nach 24 Std.
Ia	5 200	32	6	0
Ia	4 900	25	4	0
IIa	5 100	64	12	13
IIb	5 600	45	9	7

Schon bei einer früheren Gelegenheit hatte sich gezeigt, dass unser Staphylococcus in physiologischer Kochsalzlösung bei einer Aussaat von 5—10000 pro Oese in einigen Stunden zu Grunde ging. Es existiren bereits mehrere derartige Beobachtungen in der Literatur, u. a. konnte Denys für seine Milzbrandcultur das Gleiche feststellen.

Wir mussten also zunächst daran denken, dass der Staphylococcus auch in den Zellflüssigkeiten, offenbar indem zu wenig Nährstoffe aus den Zellen in Lösung gegangen wären, aus Nahrungsmangel abgestorben sei. Diese Auslegung hatte von vornherein wohl nicht viel für sich, wir wussten ja schon, dass das Gefrieren des Exsudats antibactericide Substanzen aus den Leukocyten extrahirt; es war also anzunehmen, dass dies auch in Kochsalzlösung in ausreichendem Maasse der Fall ist. Viel wahrscheinlicher war, dass das halbstündige Erwärmen auf 60° nicht genügend gewesen war, die bactericiden Stoffe zu vernichten. Durch Anwendung höherer Temperaturen — 80 bis 90° — ging die bacterientödtende Fähigkeit unserer Zellen thatsächlich vollständig verloren.

31. Versuch.

Isolirte Kaninchenleukocyten, in Kochsalzlösung aufgeschwemmt und eingefroren (I); die Hälfte davon ½ Stunde auf 85° C. erwärmt (II). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 4 Std.	Nach 11 Std.
Ia	4 900	22	0
Ib	4 600	7	10
IIa	4 550	32 000	sehr viele
IIb	5 100	35 500	do.

Die Leukocytenflüssigkeiten waren dadurch zu einem guten Nährboden geworden.

Freilich ganz einwandfrei war diese Anordnung nicht; man hätte annehmen können, dass erst bei den höheren Temperaturen eine zum Wachsthum genügende Menge von Nährstoffen extrahirt würde. Wir bedienten uns deshalb — gegen uns experimentirend — in allen weiteren Versuchen stets der auf obige Temperaturen erwärmten Filtrate als Controlflüssigkeiten.

32. Versuch.

Isolirte Leukocyten in Kochsalzlösung suspendirt und wiederholt eingefroren (I), ein Theil der Flüssigkeit wird durch sterile Papierfilter filtrirt. Klares Filtrat, auf 85° C. ½ Stunde erwärmt, wobei es sich stark trübt (II). Im Verlauf des Versuchs in den erwärmten Proben flockige Fällung. Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	8 600	470	23	570
Ib	7 500	830	45	890
IIa	8 200	1 650	sehr viele	∞
IIb	9 100	2 100	do.	∞

Es war jetzt erst sicher bewiesen, dass auch in Kochsalzlösung die getödteten Leukocyten kräftig bactericid wirken. Wenn man bedenkt, dass nach Buchner Blutserum bis auf das 20fache mit phys. Kochsalzlösung verdünnt werden kann, ohne dass es seine bactericiden Fähigkeiten einbüsst, wird man sich nicht zu sehr darüber wundern.

Auffallend war, dass Temperaturen, bei denen Serum in einer dreifach kürzeren Zeit inactivirt werden kann[1]), die Wirksamkeit der Zellen in physiologischer Kochsalzlösung nicht zerstörten; wir kamen auch später stets zum gleichen Resultat[2]).

Soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, hatte ½ stündiges Erwärmen auf 55° C. stets auch hingereicht, die Exsudatflüssigkeiten zu inactiviren, wenigstens war der Wachsthumsunterschied der ausgesäten Bacterien in den activen und erwärmten Proben stets ein grosser. Es war allerdings, wenn Staphylococcus ausgesät worden war, niemals unverdünntes, sondern stets, sei es mit Serum, sei es mit Kochsalzlösung verdünntes Exsudat verwendet worden. (Hahn).

Thatsächlich hat sich nun bei unseren Versuchen herausgestellt, dass Vollexsudat durch ½ stündiges Erwärmen auf 55° C. seine Activität unserer Cultur (Staphylococcus) gegenüber nicht

1) Wir haben die diesbezüglichen Erfahrungen Buchner's jederzeit bestätigen können.

2) Vergl. hiemit S. 60 u. ff.

vollständig einbüsst; wir konnten auch einmal Exsudat zu gleichen Theilen mit phys. Kochsalzlösung verdünnen, und es trat noch immer nach erfolgter »Inactivirung« geringfügige Abtödtung der Keime ein. Auch für das bacterium coli erlosch bei den gewöhnlichen Inactivirungstemperaturen die Wirksamkeit des Vollexsudats nicht ganz; zwar trat hier von Anfang an Vermehrung ein, doch war letztere eine viel lebhaftere, wenn man z. B. 2—3 Stunden auf 67—68° erwärmt hatte.[1])

Freilich war, wenn wir Controlversuche mit in physiologischer Kochsalzlösung suspendirten Zellen anstellten, die Wirkung in letzteren Flüssigkeiten stets erheblich stärker.

33. Versuch.

Von einem Vollexsudat wird die Hälfte ½ Stunde auf 55° erwärmt (I). Der Rest wird centrifugirt und dessen Zellen werden isolirt; die gewaschenen Leukocyten werden dann in gleichviel physiologischer Kochsalzlösung, als dem ursprünglichen Flüssigkeitsquantum entsprach, aufgeschwemmt und darin ebenfalls ½ Stunde auf 55° erwärmt (II). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		2 Std.	7 Std.
Ia	5 100	3 700	1 200
Ib	4 900	4 200	2 800
IIa	5 280	125	0
IIb	5 370	96	3

Diese stärkere Wirkung der Leukocyten-Kochsalzflüssigkeiten nach dem Erwärmen kann durch verschiedene Umstände bedingt sein. Vor allem glauben wir, dass das verschiedene Medium von Bedeutung ist; je einfacher ein solches zusammengesetzt ist, desto stärker dürften ceteris paribus die bactericiden Wirkungen hervortreten. Wir vermuthen dies deshalb, weil die Wirksamkeit der Zell-Kochsalzflüssigkeiten durch nachträglichen Zusatz von inactivem Exsudat wesentlich herabgemindert werden kann; wahrscheinlich werden durch das Exsudat die Nährbedingungen für

1) Auch das Filtrat des auf 55° C. erwärmten Vollexsudats zeigte sich nach nochmaligem Erwärmen der Vermehrung des bact. coli günstiger.

die Bacterien derart gebessert, dass sie der bactericiden Wirkung nicht mehr so leicht unterliegen; jedenfalls spielt irgend eine antagonistische Wirkung des inactiven Exsudats hiebei eine Rolle.

34. Versuch.

Isolirte, in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmte Zellen werden ½ Stunde auf 55° erwärmt, hierauf wird die Hälfte der Flüssigkeit zu gleichen Theilen mit physiologischer Kochsalzlösung (I), die andere Hälfte mit inactivirtem zellfreien Exsudat vermischt (II). Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	7 Std.
I a	3 260	290	510
I b	3 640	160	83
II a	3 550	2 200	5 700
II b	3 490	3 180	8 900

Im Vollexsudat werden nun ähnliche Verhältnisse in Betracht kommen. Es könnte aber noch ein Umstand von Bedeutung sein; es wäre möglich, dass die bactericiden Substanzen in der Kochsalzlösung besser conservirt würden, der Inactivirung leichter widerstehen als im Vollexsudat, ähnlich wie Buchner dies für verdünntes Blutserum gefunden hat. Um dies zu entscheiden, mussten wir nach dem Erwärmen einerseits das Vollexsudat mit Kochsalzlösung verdünnen, anderseits die Leukocyten-Kochsalzflüssigkeit mit inactivirtem zellfreien Exsudat versetzen; hierdurch wurde die Ungleichartigkeit des Mediums, die ja von Bedeutung ist, ausgeschaltet. Bei einem derart angestellten Versuche hat sich nun gezeigt, dass verdünntes Vollexsudat und mit inactivirtem zellfreien Exsudat vermischte Leukocyten-Kochsalzflüssigkeit nach vorausgegangenem Erwärmen gleich stark bactericid wirkten resp. ihre bactericide Fähigkeit grösstentheils eingebüsst hatten.

35. Versuch.

Vollexsudat wird ½ Stunde auf 60° erwärmt, dann zu gleichen Theilen mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt (I). Ein Theil davon wird filtrirt und wieder 1 Stunde auf 68—70° erwärmt (II). Eine gleich grosse Menge Vollexsudat wird centrifugirt. Dessen isolirte Zellen werden im entsprechenden Volumen physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und

½ Stunde auf 60° erwärmt, dann mit dem gleichen Volum bei 60° ½ Stunde erwärmten zellfreien Exsudats gemischt (III). Ein Theil der Flüssigkeit wird filtrirt, das Filtrat 1 Stunde auf 68—70° erwärmt (IV). Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std	8 Std.
Ia	2 600	3 760	45 000
Ib	2 520	3 580	48 500
II	2 710	8 500	∞
III a	2 650	4 100	48 800
III b	2 780	3 950	44 400
IV	2 860	7 800	∞

Durch diesen Versuch war es demnach unwahrscheinlich geworden, dass die Kochsalzlösung in besonderem Maasse besser conservirend wirke; freilich konnten durch den nachträglichen Zusatz des inactiven Exsudats und die dadurch, wie ja Versuch 34 lehrt, eintretende theilweise Compensation geringe Unterschiede in der Wirkung verloren gehen: die Wirkung war ja in beiden Fällen nur mehr eine Entwicklungshemmung, und es ist die Frage, ob dies wirklich zu jenen Schlüssen berechtigt, die wir daraus ziehen.

Wir suchten noch auf andere Weise diese Frage zu entscheiden, indem wir nicht die Zellflüssigkeiten, sondern die isolirten Zellen hinsichtlich ihrer bactericiden Leistungsfähigkeit untersuchten. Es wurden also sowohl die Zellen des Vollexsudats als die der Zell-Kochsalzflüssigkeit nach vorangegangenem halbstündigen Erwärmen auf 55° von ihren Flüssigkeiten durch Centrifugiren getrennt und hierauf in der gewöhnlichen Weise auf ihre bactericide Kraft geprüft.[1]) Da stellte sich denn nun heraus, dass in drei Versuchen zweimal die Zellen der Leukocyten-Kochsalzflüssigkeiten noch kräftig bactericid wirkten, während die Leukocyten des Vollexsudats ihre bactericide Fähigkeit stets fast vollständig eingebüsst hatten.

1) Die Zellen wurden in Kochsalzlösung aufgeschwemmt, noch kurze Zeit auf 60° erwärmt oder wiederholt eingefroren und dann, die nochmals erwärmten Filtrate zur Controle, zum bactericiden Versuch verwendet. (Bact. coli).

Ob dies gerade beweist, dass die Leukocyten, die im Exsudat erwärmt worden waren, nachträglich weniger bactericide Stoffe enthalten, als die der Kochsalzflüssigkeiten, kann nicht unbedingt bejaht werden, da die mechanischen Momente durchaus ungleichmässige waren. Während nämlich die Leukocyten der letzteren, nachdem sie von der Flüssigkeit abcentrifugirt worden waren, in der hinzugesetzten Kochsalzlösung sich fein vertheilten, bildeten die Zellen des Vollexsudats grosse Klumpen, die sich durchaus nicht zerschütteln liessen. Bei anderer Gelegenheit hatten wir aber gefunden, dass solche geballte Zellen nur äusserst schlecht extrahirt werden. Eine solche Minderwerthigkeit der Zellen des Vollexsudats würde natürlich noch nicht die conservirende Wirkung der Kochsalzlösung beweisen, indem ja die bactericiden Stoffe der Zellen beim Erwärmen in die Flüssigkeit übergegangen sein konnten.

Alles in Allem scheint uns eine schützende Wirkung der Kochsalzlösung nicht ausgeschlossen aber unwahrscheinlich. Bei den ungemein complicirten Verhältnissen, die beim Erwärmen und Maceriren der Zellen eintreten können, ist eine sichere Entscheidung wohl kaum möglich. Jedenfalls ist aber die Verschiedenheit des Mediums von Bedeutung, wie Versuch 34 demonstrirt.

Auf einen Punkt müssen wir noch aufmerksam machen: Steigert man nämlich durch Centrifugiren die relative Menge der Leukocyten im Vollexsudat um etwa das Doppelte oder Dreifache, so erfolgt trotz ½ stündigen Erwärmens auf 60° Abtödtung des Staphylococcus und des Bact. coli ebenso gut wie in Kochsalzlösung: es spielen also quantitative Verhältnisse eine Rolle.[1])

1) In gleicher Weise kann auch eine vollständige Inactivirung bei ½ stündigem Erwärmen auf 60° erreicht werden, wenn man nur sehr wenig Leukocyten zur abcentrifugirten Flüssigkeit hinzufügt. Dies hat uns auch anfangs bewogen, indem wir sehr wenig Zellen in Angriff genommen hatten, anzunehmen, dass die Leukocytenstoffe in gewöhnlicher Weise inactivirbar seien. Allerdings konnten hier auch noch Rassenunterschiede in Betracht kommen, indem die betreffenden ersten Versuche bei Meerschweinchen angestellt waren.

Nachdem sich das Erwärmen auf 60° C. als so unschädlich gezeigt hatte, nahmen wir bei weiteren Versuchen gewöhnlich vom Einfrieren Abstand und tödteten die Zellen durch ½stündiges Erwärmen auf diese Temperatur, wobei wir auch noch den Zweck verfolgten, eine stärkere Maceration derselben herbeizuführen.

Der Choleravibrio und das Bact. coli wurden gleichfalls recht kräftig von den Leukocyten-Kochsalzflüssigkeiten beeinflusst.

36. Versuch.

Isolirte Leukocyten, in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt, ½ Stunde auf 60° C. erwärmt (I). Das Filtrat von den Zellen ½ Stunde auf 85° C. erwärmt (II). Aussaatmaterial: Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	7 Std.	24 Std.
I a	3 900	250	26	0
I b	3 750	195	18	2
II a	3 870	7 400	sehr viele	∞
II b	4 150	9 300	do.	∞

37. Versuch.

In gleicher Weise wie Nr. 36 angestellt. Ausgesät: Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	7 Std.	24 Std.
I a	4 860	12	0	0
I b	3 920	18	0	0
II a	4 270	fortschreitende Vermehrung		
II b	4 480	do.		

Versuche mit im Vacuum getrockneten Zellen.

Von Interesse war es zu untersuchen, wie sich die bactericiden Leukocytenstoffe dem Eintrocknen gegenüber verhielten; für die Alexine des Serums hatte bereits Buchner den Nachweis erbracht, dass sie in den trockenen Zustand übergeführt werden können, ohne ihre Wirksamkeit gänzlich einzubüssen.

In gleicher Weise bewahren auch die Zellen ihre Activität, wenn man sie ihres Wassers beraubt.

Wir gingen so vor, dass wir die Zellen in gewöhnlicher Weise isolirten und nach dem Abgiessen des letzten Waschwassers mittels eines Platinspatels auf sterile Glasplatten übertrugen. Daselbst wurden sie in möglichst dünner Schicht ausgebreitet und unmittelbar darauf in einen Phosphorpentoxid enthaltenden Vacuumexsiccator gebracht, wo sie in kürzester Zeit eintrockneten. Um sicher zu sein, dass alles Wasser abgegeben worden war, wurde noch bis zum nächsten Tag — der Exsiccator wurde in den Eisschrank gestellt — gewartet. Dann wurden unter Beobachtung aseptischer Cautelen die Zellen von der Glasplatte abgeschabt und in einer Reibschale möglichst fein trocken verrieben; allmählich setzten wir unter beständigem Reiben tropfenweise physiologische Kochsalzlösung hinzu und pipettirten schliesslich die trübe Flüssigkeit in sterile Röhrchen.

Das Zerreiben hatte zunächst nur den Zweck, die getrockneten Zellen möglichst fein zu vertheilen, ohne dass wir darauf ausgingen, die Zelle selbst etwa mechanisch zerkleinern zu wollen. In gleicher Weise wie beim Gefrieren und Erwärmen erfolgt hiebei eine theilweise Lösung von Zellstoffen in der Flüssigkeit.

Als Controlflüssigkeit bei den bactericiden Versuchen dienten wieder die ½ Stunde auf 85° C. erwärmten zellfreien Filtrate.[1])

38. Versuch.

Getrocknete Leukocyten in physiolog. Kochsalzlösung aufgeschwemmt (I). Filtrat eine halbe Stunde auf 85° erwärmt (II). Ausgesät: Staphylococcus pyog. aur.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	8 Std.	24 Std
Ia	12 600	60	12	4
Ib	11 900	84	10	3
IIa	11 500	15 800	sehr viele	∞
IIb	11 700	19 300	do.	∞

1) Wir hatten keinen Grund, in dieser Beziehung von der anfänglichen Anordnung abzuweichen.

39. Versuch.

Gleiche Anordnung Ausgesät: Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 8 Std.	Nach 24 Std.
Ia	1 200	0	0	0
Ib	1 150	0	0	0
IIa	1 050	2 100	sehr viele	∞
IIb	1 100	2 500	do.	∞

40. Versuch.

Gleiche Anordnung. Ausgesät: Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 2 Std.	Nach 8 Std.	Nach 24 Std.
Ia	2 400	0	0	0
Ib	2 800	0	0	0
IIa	2 100	3 200	25 000	sehr viele
IIb	2 300	3 600	sehr viele	∞

Versuche mit zellfreien Extracten.

Vom Kaninchen.

Bereits bei Gelegenheit der Versuche mit in inactivem Exsudate aufgeschwemmten und eingefrorenen Zellen hatten wir die Erfahrung gemacht, dass wir die Zellen selbst zum Zustandekommen einer kräftigen bactericiden Wirkung entbehren konnten. Es war durch die specifisch zerstörende Wirkung des inactiven Exsudats trotz der an sich mangelhaften Extractionsmethode, wie sie das wiederholte Gefrieren und Aufthauen ist, ein Zugrundegehen der Zellen in solchem Maasse erfolgt, dass wir nach Filtration des Exsudats ein active Flüssigkeit erzielten. Durch diese mehr nebensächlichen Befunde war es schon zur Gewissheit geworden, dass die bactericiden Stoffe von den Zellen unter bestimmten günstigen Macerationsbedingungen abtrennbar seien. Wir hatten schon früher erfahren, dass die Wirkung der Extracte eine besonders kräftige ist, wenn man die

Zellen mit verdünntem inactiven Exsudate einfriert, was wohl darin seinen Grund haben dürfte, dass unbeschadet der für das inactive Exsudat charakteristischen »Giftwirkung« durch die Verdünnung eine gründlichere Maceration der Zellen bewirkt werden wird, als es in dem concentrirten Plasma möglich ist. Wir wählten deshalb stets (etwa im Verhältnisse 1:6—8) mit Kochsalzlösung verdünntes inactives (zellfreies) Exsudat als Extractionsmittel, und wichen von der ursprünglichen Versuchsanordnung im Wesentlichen nicht ab.

Die isolirten Leukocyten wurden demnach in verdünntem inactiven Exsudate suspendirt und durch Schütteln gleichmässig darin vertheilt, hierauf 3—4 mal in Eis-Kochsalzmischung eingefroren. Nach 1—2 tägigem Stehen im Eisschrank wurde durch sterilisirte Papierfilter filtrirt, eventuell früher noch durch 20 bis 25' auf 55° C. erwärmt. Die Filtrate waren öfter anfangs nicht klar, weshalb das Filtriren längere Zeit fortgesetzt wurde, bis mindestens derselbe Durchsichtigkeitsgrad erreicht war, den die Controlprobe — das zellfreie Exsudat — aufwies. So konnten wir sicher sein, dass keine Zellreste oder feinerer Detritus durch's Filter gegangen waren. Geringe Opalescenzgrade waren nicht durch corpusculäre Elemente, sondern wohl nur durch in starker Quellung befindliches Nucleohiston bedingt; ein Tropfen verdünnter Kalilauge brachte die Trübung augenblicklich zum Verschwinden. Nicht selten filtrirte aber von Anfang an ein vollständig klares Plasma, das auch nach längerem Stehen keine suspendirten Partikelchen absetzte, noch solche mikroskopisch erkennen liess.

Wir konnten also wohl annehmen, thatsächlich Extracte der in Lösung oder Quellung befindlichen bactericiden Substanzen vor uns zu haben. Die bactericide Wirksamkeit derselben liess nichts zu wünschen übrig; der Staphylococcus wurde nicht selten bis auf wenige Keime abgetödtet.

Der Gedanke, dass es einmal möglich sein werde, die bactericiden Fermente aus den Zellen zu isoliren, musste es als wünschenswerth erscheinen lassen, das complicirte inactive Exsudat als Extractionsflüssigkeit zu vermeiden.

Da wir eine so ausgezeichnete Wirksamkeit der Leukocyten in physiologischer Kochsalzlösung beobachtet hatten — die ja nur darauf beruhen konnte, dass in Kochsalzlösung lösliche Stoffe in die Bacterienleiber diffundiren —, so war die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, auch hier durch irgendwelche Vornahmen zellfreie Lösungen der bactericiden Stoffe zu erhalten. Schon in früheren Versuchen, die noch nicht erwähnt worden sind, hatten wir öfters Erfahrungen gemacht, die hiefür sprachen. Als Controlflüssigkeiten zu den in Kochsalzlösung aufgeschwemmten Leukocyten waren von uns stets die inactivirten Filtrate benützt worden (siehe oben). Wenn wir nun dieselben nicht erwärmten, so war in ihnen die Vermehrung des Staphylococcus eine viel weniger lebhafte, als wenn wir eine halbe Stunde auf 85° erhitzt hatten. Nicht selten trat dann in den ersten 5 oder 6 Stunden überhaupt keine Vermehrung ein, so dass die Ueberlegenheit der zellhaltigen Proben in nicht besonders ecclatanter Weise hervortrat.[1])

Dieses Verhalten konnte nur darin seinen Grund haben, dass bereits ein Theil der bactericiden Zellstoffe sich in Lösung befand.

Da ähnliche Beobachtungen stets ohne entsprechende Controlversuche und auch mehr als zufälliger Befund nur vorlagen, so wollten wir der grossen Bedeutung halber, die einer solchen öfters bestätigten Thatsache zukommen musste, in systematischer Weise die Versuche wiederholen.

Anfänglich wollten wir durch wiederholtes Gefrieren und Aufthauen in Verbindung mit kürzerem oder längerem Maceriren bei erhöhter Temperatur wirksame Extracte gewinnen; wir erzielten damit jedoch nur schlechte Erfolge. Es trat zwar fast immer anfangs eine Entwicklungshemmung des ausgesäten Staphylococcus ein, eine deutliche Abtödtung war aber nur äusserst selten vorhanden.

1) Da man mit Recht jede Differenz in Bezug auf Wirksamkeit zwischen einer erwärmten und nicht erwärmten Flüssigkeit auf bactericide Stoffe, bactericide Wirkungen bezieht, so mussten wir, um letztere in den zellhaltigen Proben in ihrem ganzen Umfange überblicken zu können, inactivirte Controlflüssigkeiten verwenden.

Dafür gab das Erwärmen der lebenden Zellen ein recht gutes Resultat. Die Filtrate von etwa ½ Stunde auf 55—60° C. erwärmten Leukocytenkochsalzflüssigkeiten wirkten durchschnittlich kräftig bactericid. Ebenso erwies sich das Erwärmen der im Vacuum getrockneten, gepulverten Zellen in physiologischer Kochsalzlösung während einiger Stunden bei 37° C. als ein recht brauchbares Verfahren zur Gewinnung wirksamer Extracte.

Bemerkenswerth war, dass diese Kochsalzextracte durch halbstündiges Erwärmen auf 55—60° C. ihre Wirksamkeit nicht vollständig einbüssten; schon deren Darstellungsweise — Erwärmen der Zellen auf 60° — liess dies vermuthen. Erst bei halbstündiger Einwirkung einer Temperatur von 75—80° verloren sie — ähnlich wie die Zellen selbst — ihre Activität[1]).

Bei in dieser Richtung angestellten Versuchen ergab sich nun weiter, dass auch die durch Einfrieren der Zellen mit inactivem Exsudate gewonnenen Extracte bei Anwendung der gewöhnlichen Inactivirungs-Temperaturen durchaus nicht immer unwirksam wurden (s. Versuch Nr. 41).

Es war also diese Eigenthümlichkeit einer grössenen Hitzebeständigkeit nicht etwa für die Zelle charakteristisch, sondern haftete auch den in Lösung befindlichen bactericiden Zellstoffen an.

Es wäre aber gefehlt, aus diesem Umstande etwa weitgehende Schlüsse — wodurch die Identität der Alexine und der bactericiden Stoffe im Leukocyten fraglich erschiene — zu ziehen, indem sich weiter herausgestellt hat, dass zellfreies Exsudatplasma, das seine erhöhte bactericide Kraft sicher Leukocytenstoffen verdankt, fast stets durch 10' langes Erwärmen auf 60° derselben verlustig wird. Es kann also das abweichende Verhalten der Zellflüssigkeiten und Extracte keinen principiellen Unterschied bedeuten.

1) Da ja die Versuche nicht in der Reihenfolge aufeinanderfolgten, wie sie hier der Uebersichtlichkeit halber zusammengestellt sind, so war gerade diese Erfahrung dafür maassgebend, dass wir an der Gepflogenheit, die zu den Controlversuchen verwendeten Filtrate stets auf 85° zu erwärmen, (siehe oben) auch ferner festhielten.

Was die Erklärung hiefür anbelangt, so wäre vielleicht in erster Linie daran zu denken, dass die bactericiden Stoffe in den Zellen — und damit auch in den künstlichen Extracten — in einer andern, durch Hitze schwerer zerstörbaren Modification enthalten sind als in den thierischen Säften. Die in letzteren wirksamen Stoffe könnten durch die Thätigkeit des Organismus in einem veränderten Micellarcomplexe gebunden sein, der dem Erwärmen gegenüber weniger widerstandsfähig wäre — —; wir verhehlen uns aber nicht die Unsicherheit jeglicher ähnlichen Deutung.

Für die Kochsalzextracte kommt wohl ein Umstand noch in Betracht, den wir schon früher einmal hervorheben mussten, die Einfachheit des Mediums, vielleicht auch der conservirende Schutz des relativ hohen Kochsalzgehalts.

Ob ausserdem auch noch quantitative Verhältnisse zur Erklärung herangezogen werden können, — insoferne, als die Extracte reicher an bactericiden Stoffen wären als Blut und Exsudatplasma, und folglich deshalb einer höheren Inactivirungs-Temperatur bedürften, — ist uns nach neueren Erfahrungen, die auf eine Minderwerthigkeit unserer Extractionsmethoden deuten, doch wieder zweifelhaft geworden.

41. Versuch.

Isolirte Zellen von 1 Kaninchen, mit 1:8 verdünntem inactiven Exsudate (III) eingefroren. Am nächsten Tage wird filtrirt; klare Flüssigkeit (I); ein Theil derselben ½ Stunde auf 60° erwärmt (II). Ausgesät: Staphylococcus pyog. aur.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach 3 Std.	Nach 8 Std.	Nach 24 Std.
Ia	16 200	220	120	830
Ib	15 400	40	0	1 200
IIa	17 900	16 500	12 300	2 400
IIb	17 200	15 200	8 200	1 800
IIIa	16 900	beginnende Vermehrung		∞
IIIb	16 400	do.		∞

42. Versuch.

Gleiche Anordnung wie Nr. 41. Ausgesät: Staphylococcus pyog. aur.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		3 Std.	8 Std.	24 Std.
Ia	1 100	520	480	15 000
Ib	1 250	650	390	25
IIa	1 320	2 000	12 000	∞
IIb	1 190	1 950	22 700	∞

43. Versuch.

Isolirte Leukocyten in physiologischer Kochsalzlösung ½ Stunde auf 60° erwärmt; filtrirt (I). Die Hälfte davon nochmals ½ Stunde auf 60° erwärmt (II). Ausgesät: Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		3 Std.	8 Std.	24 Std.
Ia	9 200	250	21	480
Ib	10 600	130	140	1 720
IIa	11 200	1 300	240	5 600
IIb	10 200	940	160	1 100

44. Versuch.

Kochsalzextract durch ½stündiges Erwärmen isolirter Zellen gewonnen (I); ein Theil ½ Stunde auf 60° (II); ein Theil auf 75° (III) und der Rest auf 85° erwärmt (IV). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2½ Std.	7 Std.	24 Std.
Ia	12 200	6 200	5 200	4 200
Ib	13 800	3 100	1 800	900
IIa	12 500	10 200	8 200	15 800
IIb	12 900	9 700	7 300	32 500
IIIa	12 600	13 200	8 500	42 000
IIIb	12 400	12 900	18 600	∞
IVa	13 200	15 300	sehr viele	∞
IVb	12 750	16 900	do.	∞

45. Versuch.

Isolirte Leukocyten werden über Phosphorpentoxyd getrocknet. Am andern Tage werden sie zerrieben und das Pulver in Kochsalzlösung 2 Stunden bei 37° macerirt; vollkommen klares Filtrat (I): ein Theil auf 80° $^1/_2$ Stunde erwärmt (II). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		$2^1/_2$ Std.	8 Std.	24 Std.
I a	12 500	5 400	1 500	2 100
I b	14 000	3 800	1 800	1 200
II a	9 200	11 200	sehr viele	∞
II b	11 600	12 500	do.	∞

46. Versuch.

Isolirte Leukocyten werden in physiologischer Kochsalzlösung, die 0,1% Na_2CO_3 enthielt, $^1/_2$ Stunde auf 60° erwärmt; dann wird filtrirt (I). Ein Theil auf 60° (II), ein zweiter auf 75° (III), der Rest auf 90° $^1/_2$ Stunde erwärmt (IV). Durch den Gehalt an kohlensaurem Natron wird das Nucleohiston besser in Lösung gehalten, so dass beim Inactiviren nur eine geringe Trübung entsteht. Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		3 Std.	7 Std.	24 Std.
I a	6 200	1 400	200	380
I b	5 900	1 600	640	760
II a	5 800	5 400	7 400	32 000
II b	5 650	5 200	6 500	12 000
III a	6 100	6 800	42 000	∞
III b	6 050	7 500	250 000	∞
IV a	6 300	7 900	sehr viele	∞
IV b	6 220	7 650	do.	∞

47. Versuch.

Isolirte, über Phosphorpentoxyd getrocknete Leukocyten werden zerrieben und $^1/_2$ Stunde bei 60° in physiologischer Kochsalzlösung macerirt. Klares Filtrat. Mit gleichen Mengen inactiven zellfreien Exsudats versetzt (I). Ein Theil der Mischung $^1/_2$ Stunde auf 72° erwärmt (II), zur weiteren Controle inactives Exsudat mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt (III). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		$3\frac{1}{2}$ Std.	7 Std.
Ia	2 150	1 900	3 400
Ib	2 080	2 400	2 800
IIa	2 100	10 200	∞
IIb	2 230	12 000	∞
IIIa	1 860	2 600	22 000
IIIb	1 930	2 850	18 000

So befriedigend auch die Wirksamkeit unserer Extracte hinsichtlich des Staphylococcus war, so unerfreulich waren die Resultate, wenn wir den Choleravibrio oder das Bact. coli aussäten; es war dies um so merkwürdiger, als die Differenzen in den zellhaltigen Flüssigkeiten nicht in entsprechender Weise hervorgetreten waren. Mehr als eine Wachsthumshemmung konnten wir ebenso wie bei Aussaat des Typhusbacillus nicht erzielen. Selbst wenn wir annehmen, dass unsere Extracte doch nur wenig bactericide Stoffe enthielten und so nur den hierfür besonders empfindlichen Staphylococcus in ausgiebiger Weise zu schädigen vermochten, bleibt eine Reihe von Beobachtungen schwer verständlich. So wird man es schwer erklären können, warum das Bacterium coli in einem durch Einfrieren der Zellen mit inactivem Exsudat gewonnenen Extracte sich vermehrt und (s. u.) im zellfreien activen Exsudatplasma zu grundegeht, obwohl ersterer nach ½ stündigem Erwärmen auf 60° noch dem Staphylococcus gegenüber wirksam bleibt, während das Plasma hiedurch inactivirt wird[1]). Freilich hängt die bactericide Leistung nicht allein von der Menge der vorhandenen bactericiden Stoffe ab, sondern ist die Resultirende aller günstigen und ungünstigen für die Bacterien in Betracht kommenden Momente; so könnte die Zusammensetzung des natürlicher Weise im Thier fertiggebildeten Exsudatplasmas dem Zustandekommen eines bacteri-

1) Am ungezwungensten erklärt man dies noch so, wenn man annimmt, dass das Plasma reicher an bactericiden Stoffen ist als die Extracte, dass es jedoch — im Sinne unserer Ausführungen vorhin — leichter seine Activität einbüsst als diese (s. S. 60).

ciden Effects günstiger sein als jene eines künstlichen Extracts, auch wenn letzterer reicher an bactericiden Stoffen wäre. Ebenso müsste die Inactivirbarkeit einer bactericiden Flüssigkeit nicht in geradem Verhältnisse zu deren bactericider Leistungsfähigkeit stehen, wenngleich sie wohl stets — ceteris paribus — von der Menge der bacterienfeindlichen Substanzen abhängen wird.

Ein merkwürdiges Verhalten zeigte der Choleravibrio in den Kochsalzextracten: nach anfänglicher Vermehrung, die im Vergleich zu dem inactivirten Medium wohl eine gehemmte war, ging derselbe nach einigen Tagen zugrunde, während er in den erwärmten Flüssigkeiten eine Woche und länger in fast ungeminderter Zahl nachweisbar war. Wir kommen später wieder darauf zurück.

48. Versuch.

Kochsalzextrakt, durch Erwärmen isolirter Zellen gewonnen (I). Die Hälfte auf 80° ½ Std. erwärmt (II). Ausgesät: Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach			
		2½ Std.	7 Std.	24 Std.	2 Tagen
Ia	5 600	4 800	28 000	120 000	0
Ib	5 400	4 600	32 000	72 000	0
IIa	5 600	7 200	∞	∞	∞
IIb	5 500	7 800	∞	∞	∞

49. Versuch.

Isolirte Kaninchenleukocyten, mit verdünntem inactiven Exsudate eingefroren. Am anderen Tag 25' auf 54° erwärmt, dann filtrirt (I), ein Theil des Filtrats ½ Stunde auf 65° erwärmt (II). Ausgesät: Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	9 Std.
Ia	420	660	4 800
Ib	610	850	5 800
IIa	540	4 200	∞
IIb	620	6 800	∞

50. Versuch.

Gleiche Anordnung wie Nr. 49. Ausgesät: Typhusbacillus.
Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	9 Std.
Ia	980	210	1 100
Ib	1 060	90	720
IIa	1 120	3 600	∞
IIb	950	5 900	∞

Versuche mit in phys. Kochsalzlösung suspendirten Leukocyten und zellfreien Extracten von Meerschweinchen.

Verfährt man in gleicher Weise, wie eben mitgetheilt wurde, mit den Leukocyten des Meerschweinchens, schwemmt man also die isolirten Leukocyten in physiologischer Kochsalzlösung auf und erwärmt man eine halbe Stunde auf 55 bis 60°, so gelingt es ebenso bactericide Wirkungen zu erzielen, und zwar wurden auch der Choleravibrio und der Typhusbacillus deutlich, wenn auch schwach beeinflusst[1]). Nicht stärker war die Wirkung auf den Staphylococcus, ein Grund mehr für uns, in der Beurtheilung des Verhaltens des Choleravibrio, wie schon erwähnt, keine zu weitgehenden Schlüsse zu ziehen.

Wenn wir das Filtrat der Zellflüssigkeiten, ohne es noch einmal auf 85° zu erwärmen, verwendeten, wiederholte sich der eigenthümliche Vorgang, dass der Choleravibrio nach anfänglicher Vermehrung zugrundeging; in einigen Fällen war dies schon nach 24 Stunden der Fall, immer aber war nach dieser Zeit schon eine Verminderung der Keime zu erkennen. Worauf dieses frühzeitige Absterben in den nicht erwärmten zellfreien Flüssigkeiten beruhte, ist schwer zu sagen. An eine nach Aufbrauch des Nährmaterials eintretende, verspätete Wirksamkeit der bactericiden Stoffe kann man nach unsern Vorstellungen über die Wirkungsweise derselben kaum denken, vielleicht ist das Zugrundegehen aber indirect auf das Vorhandensein derselben zu beziehen, insofern als diese, wenn sie auch

1) Vielleicht darauf zurückzuführen, dass durch das Waschen der grösste Theil des Aleuronats und seiner Umwandlungsproducte entfernt wird?

die Vermehrung des Vibrio nicht aufzuhalten vermögen, doch eine Degeneration der Rasse herbeiführen, die sich dann durch ein frühzeitiges Absterben der Keime äussert.

51. Versuch.

Isolirte Meerschweinchenleukocyten, in Kochsalzlösung suspendirt, werden ½ Stunde auf 60° erwärmt (I); ein Theil wird filtrirt (II); die Hälfte des Filtrats wird ½ Stunde auf 80° erwärmt (III). Ausgesät: Typhusbacillus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach			
		2 Std.	7 Std.	24 Std.	4 Tagen
Ia	5 200	1 800	180 000	∞	∞
Ib	5 600	2 400	120 000	∞	∞
IIa	4 800	5 100	sehr viele	∞	∞
IIb	4 900	4 200	do.	∞	∞
IIIa	4 700	5 800	do.	∞	∞
IIIb	4 950	7 400	do.	∞	∞

52. Versuch.

Die gleichen Flüssigkeiten wie in Nr. 51. Ausgesät: Vibrio d. Chol. as.

Anzahl der Colonien auf den Platten

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach				
		2 Std.	7 Std.	24 Std.	2 Tagen	4 Tagen
Ia	1 600	1 500	1 710	120 000*	620	0
Ib	1 450	1 600	1 650	150 000	310	0
IIa	1 750	1 800	2 800	6 200	450	0
IIb	1 580	1 620	18 000	80 000	75 000	0
IIIa	1 500	2 600	sehr viele	∞	∞	sehr viele
IIIb	1 620	3 200	do.	∞	∞	do.

53. Versuch.

Versuchsflüssigkeiten von 2 Meerschweinchen; die gleiche Anordnung wie in den vorhergehenden Versuchen (Nr. 51 u. 52). Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach				
		2 Std.	7 Std	24 Std.	2 Tagen	5 Tagen
Ia	1 800	1 200	52 000	15 000	0	0
Ib	1 700	1 800	49 000	18 000	0	0
IIa	1 900	2 500	sehr viele	0	0	0
IIb	2 100	2 800	do.	0	0	0
IIIa	2 050	3 200	do.	∞	∞	∞
IIIb	1 730	3 600	do.	∞	∞	∞

54. Versuch.

Versuchsflüssigkeiten von 3 Meerschweinchen. Die gleiche Anordnung. Staphylococcus pyog. aur

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach			
		4 Std.	8 Std.	24 Std.	4 Tagen
Ia	2 600	1 190	64 000	∞	∞
Ib	2 400	900	72 000	∞	∞
IIa	2 700	14 000	800 000	sehr viele	sehr viele
IIb	2 500	16 500	900 000	do.	do.
IIIa	2 430	75 000	∞	∞	∞
IIIb	2 680	90 000	∞	∞	∞

Ueber die Natur der in den Extracten wirksamen Stoffe konnte noch nichts ermittelt werden. Die Kochsalzlösungen waren mit schwefelsaurer Magnesia und schwefelsaurem Ammon aussalzbar, zeigten auf Zusatz von Essigsäure leichte flockige Fällung und gaben stets Biuretreaction.

Eins nur möchten wir behaupten, dass dem Nucleohiston Lilienfeld's kaum eine bactericide Wirkung zukommt, wie es nach Kossel, der der Nucleïnsäure eine diesbezügliche Bedeutung vindicirt, sein müsste; es wäre sonst nicht einzusehen, warum in den erhitzten Lösungen, die doch, insbesondere wenn man alkalische Kochsalzlösung verwendet, den grössten Theil des Nucleohistons gelöst enthalten, eine bactericide Wirkung fehlen sollte. Wir glauben im Gegentheil, dass das Nucleohiston zu den Nährstoffen zu rechnen ist, auch deshalb, weil es leicht löslich und in procentisch grosser Menge in den Leukocyten enthalten ist, also sicher schon beim Aufthauen der gefrorenen Zellen theilweise in Lösung geht; welche Rolle diese Stoffe aber spielen, haben wir schon erfahren. Etwa an einen activen Zustand des Nucleohistons zu denken, der beim Erwärmen verändert würde, halten wir für überflüssig, desgleichen wird man nicht annehmen können, dass Temperaturen von 70 oder 80° hinreichen, in so kurzer Zeit etwa eine Spaltung des Moleküls herbeizuführen und so eine andere Stellung der Nucleïnsäure zu veranlassen, in der sie dann unwirksam würde.

Mikroskopische Beobachtungen.

Die mikroskopische Beobachtung erschien uns hauptsächlich als Controle der Plattenzählversuche wichtig; für sich allein war sie uns bei jenen Versuchen maassgebend, in denen wir die Auskeimung der von den Leukocyten gefressenen Coccen verfolgten. Besonders bei sehr grosser Aussaat, wenn die Differenzen auf den Platten schon recht undeutlich wurden, kann die mikroskopische Beobachtung oft allein ausschlaggebend sein. So konnten wir die Thatsache, dass in den Leukocyten bactericide Stoffe enthalten sind, bei unsern ersten am Meerschweinchen angestellten Versuchen nur mittels des Mikroskopes feststellen, da die Platten durchwegs viel zu dicht besät erschienen, um verwendbare Zahlen zu liefern.

Die Qualität der Leukocyten war, da wir ja fast stets Aleuronatbrei verwendet hatten, die gleiche wie in den Hahn'schen Versuchen, es waren also polymorphkernige, polynucleäre Zellen mit pseudoeosinophilen Granulationen in weitaus überwiegender Menge vorherrschend.

Das Gefrieren veränderte das Aussehen der Kaninchenleukocyten fast gar nicht, die Gestalt war natürlich rund; doch zeigte sie sonst keine besonders auffallenden Verschiedenheiten. Viel mehr geschädigt wurden die Leukocyten des Meerschweinchens. Die Zellen erschienen fast durchwegs gebläht, schlecht färbbar und vor allem in den Contouren unregelmässig; körnige Degenerationen und reichlicher Zelldetritus zeigten sich als Begleiterscheinungen.

Weit energischer als das wiederholte Gefrieren äusserte sich das Erwärmen und Trocknen der Zellen hinsichtlich deren morphologischen Verhaltens. Insbesonders letztere Procedur mit nachfolgendem Verreiben liess die Zellgrenzen nur mehr in Umrissen erkennen; eine dunkler gefärbte centrale Zone markirte die Stelle des Kerns, dessen Contouren aber völlig verschwunden waren.

Für die Beurtheilung der Zellgranulationen konnten keinerlei Anhaltspunkte gewonnen werden.

Anhang.

Wir waren bei unsern Untersuchungen von der Annahme ausgegangen, dass die stärkere Wirkung leukocytenreicher Flüssigkeiten gegenüber dem Blutserum, die sowohl zu Tage trat, wenn die Zellen abgetödtet waren (Buchner, Hahn), wie wenn sie durch Filtration entfernt waren (Denys), es als sehr wahrscheinlich erscheinen liess, dass der Leukocyt bacterienfeindliche Stoffe besitzt. Es war uns dann gelungen, in ganz einwandfreier Weise durch eine unanfechtbare Versuchsanordnung den diesbezüglichen Beweis zu erbringen, und wir konnten ferner die bactericiden Stoffe der Zellen mit indifferenten Flüssigkeiten extrahiren. Wir betrachten die bacterienfeindlichen Stoffe der Leukocyten auch als die Ursache der bactericiden Wirkung des Serums. In unsern Versuchen zu Tage getretene Verschiedenheiten, die sich auf veränderte Inactivirungstemperaturen, verschiedenes Verhalten einzelner Bacterienarten bezogen, zwingen nach unserer Ansicht nicht, den Ursprung der »Alexine« anderswo zu suchen. Die Fermente oder Enzyme des Blutes müssen zwar durchaus nicht alle aus den Leukocyten stammen: so belehrte uns eine erst vor Kurzem gemachte Beobachtung, die seitdem wohl bestätigt, aber noch nicht weiter verfolgt wurde, dass die globuliciden Stoffe des Serums, die Buchner für identisch mit den Alexinen hielt, mit den bactericiden Stoffen der Leukocyten nichts zu thun haben, beim Zerfalle derselben nicht frei werden, also vermuthlich nicht in denselben enthalten sind.

Wenn wir trotzdem an der Identität der Alexine und der in den Leukocyten befindlichen bacterienfeindlichen Substanzen vorläufig festhalten, so geschieht dies hauptsächlich im Hinblick auf die Vorstellung, dass im Thier ebenso wie in vitro, beim physiologischen Zerfall der Zellen, sei es, dass er in der Blutbahn oder im Gewebe erfolgt, die bactericiden Stoffe derselben frei werden; man müsste sich also wundern, wenn sie in gelöster Form nirgends im Körper nachweisbar wären, da ein so rasches Beseitigtwerden durch den Stoffwechsel wohl als äusserst unwahr-

scheinlich gelten muss; sie müssen also wenigstens einen Antheil an der bactericiden Wirkung der Säfte haben.

Damit haben wir auch unsern Standpunkt gekennzeichnet gegenüber der Behauptung, dass im Thier den Flüssigkeiten überhaupt eine bactericide Fähigkeit nicht zukomme.

Metschnikoff, der ursprünglich in strengster Exclusivität daran festgehalten hatte, dass überhaupt nur in den Zellen bacterienfeindliche Wirkungen zu Stande kämen, hat sich allmählich, wohl hauptsächlich durch Versuche Bordets dazu bewogen, herbeigelassen, auch an von dem Zellleib abtrennbare, gelöste bactericide Stoffe zu glauben. Doch ist er der Ansicht, dass dies normaler Weise, also im Thier nicht der Fall sei; im Thier blieben dieselben in den Zellen localisirt, nur wenn die Zellen von Schädigungen betroffen würden, also hauptsächlich bei der Serumgewinnung, würde ein Theil derselben frei und in der umgebenden Flüssigkeit gelöst. Metschnikoff führt also die bactericide Kraft der Flüssigkeit auf pathologische Absterbeerscheinungen der Zellen zurück; mit einer Clausel: Der humor aqueus, der sehr wenig Leukocyten enthält, und trotzdem eine kräftig bactericide Action aufweist, kann letztere natürlich nicht den absterbenden Zellen verdanken: Metschnikoff nimmt demgemäss an, dass nicht alle bactericiden Stoffe von den Leukocyten abstammen können. Gegen letztere Behauptung wäre ja an sich nichts einzuwenden, allein man wird es unbegreiflich finden, dass ein so ausgezeichneter Forscher, nur um keine seiner Thesen fallen lassen zu müssen, die natürliche Erklärung dieser Verhältnisse übersehen kann. Die Thatsache, dass der humor aqueus, ohne viel Zellen zu enthalten, bactericide Stoffe besitzt, erklärt man doch viel einfacher mit der Annahme vorgebildeter, sei es von den Leukocyten producirter, sei es aus anderer Quelle stammender, gelöster Stoffe, die den ganzen Organismus durchdringen und folglich auch im humor aqueus, der doch auch im Zusammenhang mit dem übrigen Körper steht, nachweisbar sind.

Gegen die Metschnikoff'sche Anschauung sprechen weiters von M. Hahn publicirte Versuche. Hahn hat durch

Zusatz von Lilienfeld'schem Histonchlorhydrat die Gerinnung des Blutes vermieden und konnte trotzdem mit dem zellfreien Plasma starke bactericide Wirkungen erzielen, die doch hätten fehlen müssen, wenn lediglich die beim Gerinnungsprocess zugrundegehenden Leukocyten die Ursache wären. Metschnikoff wendet sich, wohl mit Unrecht, gegen die Unversehrtheit der Leukocyten in den Hahn'schen Experimenten; er meint, dass beim mehrstündigen Stehen der Blutproben im Eisschrank dieselben zum Theil zugrundegegangen wären.

Plasma kann man sich auf einfachere Weise aus Exsudaten verschaffen, die ja trotz ihres Zellreichthums eine viel geringere Neigung zu Gerinnung zeigen. Wie schon erwähnt, hat Denys zuerst diesen Weg betreten. Es fehlen nur Angaben, ob er unmittelbar nach der Entnahme centrifugirte, wie lange die Procedur währte und ob Gerinnung vermieden wurde; wir wissen also nicht, ob eine ausgedehntere Schädigung der Zellen mit Sicherheit auszuschliessen ist. Wir haben nun Werth darauf gelegt, das Plasma von den Zellen möglichst rasch zu trennen. Es gelang uns wiederholt, ohne die geringste Fibrinbildung reines, klares Plasma zu gewinnen; wir bedienten uns einer ausgezeichnet functionirenden Wasserstrahlcentrifuge und konnten oft schon nach 10 Minuten einen Theil der Flüssigkeit klar abheben. Zu allem Ueberfluss wurde noch filtrirt; das so gewonnene Plasma blieb denn auch meistens dauernd vor Gerinnung bewahrt. Es wird nun wohl ausgeschlossen sein, dass etwa während der Viertelstunde, die seit der Entnahme verstrichen war, ein Zugrundegehen der Zellen in solchem Umfang erfolgt wäre, dass dadurch ein gutes Nährmedium zu einer kräftig bactericiden Flüssigkeit würde. Man wird also den Umstand, dass unser Plasma den Staphylococcus, das bact coli, und bei nicht zu grosser Aussaat (s. u.) auch den Choleravibrio tödtete, nur darauf beziehen können, dass bereits in der Brusthöhle unserer Versuchsthiere die Intercellularflüssigkeit bactericide Stoffe gelöst enthielt, die in unserm Falle wohl zweifellos aus den Leukocyten stammten.

Auf welche Weise gelangen nun deren Stoffe in die Flüssigkeit? Einen Modus, der sicher in Betracht kommen wird, stellt

der Tod der Zelle vor; wir haben uns darüber bereits ausgelassen, dass wir vermuthen, dass nicht nur in vitro, sondern auch im Thier das Zugrundegehen, und zwar das physiologische, der Leukocyten eine Abgabe der bactericiden Stoffe zur Folge hat. Die meisten Forscher nehmen nun an, dass auch eine Secretion derselben durch die lebenden Zellen erfolgen könne. So wahrscheinlich von vornherein solch' eine Annahme auch sein mag, so ist sie doch, und in dieser Beziehung müssen wir Metschnikoff beistimmen, bis jetzt durch keine einzige experimentelle Thatsache gestützt.

Das Werthvolle der Hahn'schen Untersuchungen haben wir bereits gewürdigt; einen Aufschluss darüber aber, ob eine Secretion der bacterienfeindlichen Substanzen existire, haben sie uns nicht gebracht. Wir glauben, dass Hahn die Bedeutung der in den Blutproben (also in vitro) vorhandenen Leukocyten jedenfalls bedeutend überschätzte. Dem theoretischen Grundgedanken, der im Anfang seiner Versuche ausgesprochen ist, wird wohl Jedermann beipflichten: wenn eine Secretion von Seiten der Leukocyten vorliegt, so muss eine Flüssigkeit mit lebenden Zellen stärker (oder gleich stark) wirken als eine mit zerfallenen Zellen, und umgekehrt: ist die Abgabe der bactericiden Stoffe an den Tod der Zelle geknüpft, so wird der Effect der entgegengesetzte sein. Allein die Voraussetzung, dass dies im Blute zur Geltung kommen könne, war wohl eine irrige. Es wäre allenfalls in Exsudaten möglich gewesen, mit seiner Versuchsanordnung brauchbare Resultate zu erzielen — mutatis mutandis —, allein im Blute musste die Bedeutung der Leukocyten hinter der vorgebildeter resp. bereits im Thier gelöster bactericider Stoffe zurücktreten. Thatsächlich hat sich ja auch gezeigt, dass nicht nur im Histonplasma, sondern auch im Serum bereits nach einigen Stunden Abtödtung der ausgesäten Typhusbacillen eingetreten war: liess nun eine solche überhaupt keinen Vergleich der daran betheiligten Einflüsse zu, so hat sie weiters bewiesen, — indem ja im Gerinnungsblute eine Secretion nicht erfolgen konnte, und anderseits der Gerinnung selbst eine besondere Bedeutung fehlen sollte —, dass neben

der Wirkung der bereits im Thier gebildeten Stoffe die andern Factoren für die bactericide Wirkung des Serums jedenfalls belanglos sein mussten. Die Annahme einer Secretion ist also vorläufig eine unbewiesene Hypothese.

Wir möchten nun noch einige eigene Erfahrungen auf diesem Gebiete mittheilen. Wie Denys schon gefunden hat, wirkt das zellfreie Exsudatplasma vom Kaninchen stärker bactericid auf den Staphylococcus als das Blutserum desselben Thieres; wir konnten dies, wie ja schon aus obigen Versuchen hervorgeht, bestätigen. Ebenso wird das Bacterium coli vom Exsudatplasma bei nicht zu hoher Aussaat rasch abgetödtet. Diese kräftige Wirkung tritt um so deutlicher hervor, als das Blutserum auf diese beiden Bacterien nur äusserst schwach bactericid wirkt.

55. Versuch.

Blutserum (I) und Exsudatplasma (II) von einem Kaninchen. Ersteres (III) und letzteres (IV) zum Theile inactivirt. Aussaatmateriale: Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	7 Std.	24 Std.
Ia	4 900	3 200	sehr viele	∞
Ib	4 700	4 200	do.	∞
IIa	4 500	32	0	0
IIb	4 400	16	0	0
IIIa	4 750	8 900	∞	∞
IIIb	4 620	9 100	∞	∞
IVa	4 820	7 900	∞	∞
IVb	4 970	8 200	∞	∞

56. Versuch.

Gleiche Anordnung wie in Nr. 55. Ausgesät: Staphylococcus pyog. aur.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std	7 Std.	24 Std.
Ia	5 450	2 550	26 000	∞
Ib	5 730	2 870	32 000	∞
IIa	5 500	12	0	0
IIb	5 830	0	0	0

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	7 Std.	21 Std.
IIIa	5 960	7 200	∞	∞
IIIb	6 050	6 800	∞	∞
IVa	6 030	6 600	95 000	∞
IVb	5 750	6 500	125 000	∞

Bei in dieser Weise mit dem Choleravibrio angestellten Versuchen zeigte sich nun in Uebereinstimmung mit den früheren Erfahrungen (s. Versuch 25, 26, 27), dass das Exsudatplasma schwächer wirkte als das Blutserum. Wir haben viele derartige Versuche gemacht, haben hiebei zwar wiederholt auch Abtödtung im Plasma beobachtet, konnten aber bei besonders hoher Aussaat (3- bis 500000) stets Abtödtung im Serum und Vermehrung im Plasma beobachten. Bei noch weiter gesteigerter Aussaat (1 bis 2 Millionen auf der Aussaatplatte) versagte auch die Wirkung des Serums.

Die Erfahrungen, die wir mit Meerschweinchenexsudat gemacht hatten, liessen es von vornherein nicht als unwahrscheinlich erscheinen, dass auch hier der Aleuronatbrei, resp. gelöstes pflanzliches Eiweiss an der schwächeren Wirkung des Exsudats Schuld tragen könne. Um letzteren Einfluss auszuschliessen, machten wir uns den Umstand zu nutze, dass bei Injection von Aleuronatbrei in die rechte Brusthöhle auch in der linken kleine Mengen Exsudats sich ansammeln, die natürlich vollkommen frei von Injectionsmaterial sind und daher absolut einwandfreie Schlüsse aus den damit angestellten bactericiden Versuchen ziehen lassenmüssen. Es zeigte sich nun, dass auch da die zellfreie Flüssigkeit schwächer auf den Choleravibrio wirkte als das Blutserum. Dieses verschiedene Verhalten einerseits des Staphylococcus und anderseits des Choleravibrio findet vielleicht seine Erklärung darin, dass Serum für ersteren ein besserer, für letzteren ein schlechterer Nährboden ist als das Exsudatplasma. Hahn hat aus dem Umstand, dass in Peptonwasser eine raschere Vermehrung des Choleravibrio eintrat als in inactivirtem Serum, denselben Schluss gezogen.

In unsern Versuchen hat sich wiederholt gezeigt, dass die in inactiven Flüssigkeiten von Anfang an fast stets vorhandene Entwicklungshemmung im unverdünnten zellfreien Exsudat bei Aussaat des Staphylococcus auffallend lang anhielt; nach drei Stunden war öfters nur eine ganz geringfügige Vermehrung eingetreten; daran wurde auch nichts geändert, wenn wir die Inactivirungstemperatur höher nahmen und länger einwirken liessen. Es war also offenbar darauf zu beziehen, dass dem Staphylococcus das Medium nicht besonders zusagte. Vergleicht man hiemit das Wachsthum im Serum, so wird man eine beträchtlich raschere Vermehrung constatiren können; schon der Versuch No. 56 liess dies deutlich erkennen.

Im Gegensatz hiezu vermehrte sich der Choleravibrio rascher im inactiven Plasma[1]), auch im Plasma der aleuronatfreien Seite. Wir dürfen also wohl vermuthen, dass diese Unterschiede in den Wachsthumsbedingungen wenigstens als Factoren die schwächere oder stärkere Wirksamkeit des Exsudatplasmas mitbedingen.

57. Versuch.

Blutserum von 2 Kaninchen (I); von denselben Thieren aleuronatfreies Exsudatplasma (II). Ein Theil des Serums (III) und Plasmas (IV) 2 Stunden auf 60° C. erwärmt. Ausgesät: Choleravibrio.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
I a	450 000	0	0	0
I b	490 000	0	0	0
II a	430 000	32 000	sehr viele	∞
II b	440 000	45 000	do.	∞
III a	26 000	41 000	460 000	∞
III b	23 500	39 000	710 000	∞
IV a	25 700	55 000	unzählige	∞
IV b	26 800	49 000	do.	∞

1) Wir hatten speciell in diesen Versuchen auch für das Blutserum höhere Inactivirungstemperaturen gewählt.

58. Versuch.

Die gleichen Flüssigkeiten und die gleiche Anordnung; actives Blutserum (I), inactives Blutserum (III), actives Exsudat (II), inactives Exsudat (IV). Ausgesät: Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach		
		2 Std.	6 Std.	24 Std.
Ia	5 900	3 800	sehr viele	∞
Ib	5 730	4 900	do.	∞
IIa	5 800	3	0	0
IIb	5 750	0	0	0
IIIa	5 650	8 200	∞	∞
IIIb	5 480	7 900	∞	∞
IVa	5 810	6 200	28 000	∞
IVb	5 870	6 150	34 000	∞

Da es uns schien, wie wenn der Aleuronatbrei einigemale die Wirkung der Exsudatflüssigkeit verringert hätte, wollten wir doch noch einmal die wichtigsten Ergebnisse unserer Versuche mit aleuronatfreiem Exsudate feststellen. Die folgenden Protokollauszüge beweisen, dass die Mehrleistung des zellhaltigen Exsudats gegenüber dem zellfreien auch hier zu Tage trat; man erkennt ferner das Vorhandensein compensirender Leukocyten-Nährstoffe und die Wirkung isolirter Zellen in Kochsalzlösung.

59. Versuch.

Exsudat von der linken Brusthöhle, 1:10 mit physiologischer Kochsalzlösung verdünnt; zellhaltiges actives (I), zellfreies actives (II), zellhaltiges inactives (III), zellfreies inactives Exsudat (IV). Staphylococcus.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach			
		2 Std.	5 Std.	9 Std.	24 Std.
Ia	12 600	5 200	1 200	95	0
Ib	13 700	4 900	970	73	11
IIa	13 200	580	770	5 200	12 500
IIb	14 100	630	810	6 800	15 900
IIIa	11 800	2 900	76	45	18
IIIb	12 400	3 100	71	22	19
IVa	12 900	13 700	sehr viele	∞	∞
IVb	13 100	15 800	do.	∞	∞

60. Versuch.

Isolirte Leukocyten aus dem aleuronatfreien Exsudat, in physiologischer Kochsalzlösung aufgeschwemmt und ½ Stunde auf 55° erwärmt (I), Filtrat davon ½ Stunde auf 85° erwärmt (II). Bact. coli.

Anzahl der Colonien auf den Platten.

Inhalt der Röhrchen	Gleich nach Aussaat	Nach	
		3 Std.	11 Std.
Ia	6 900	420	260
Ib	5 800	260	1 420
IIa	6 270	∞	∞
IIb	6 320	∞	∞

Schlussbemerkungen.

Die Hauptergebnisse unserer Untersuchungen wollen wir noch einmal kurz zusammenfassen.

1. Der Leukocyt des Kaninchens und Meerschweinchens enthält bactericide Stoffe, wenigstens werden solche bei seinem Zugrundegehen frei.

2. Die bacterientödtende Fähigkeit dieser Stoffe geht durch das Eintrocknen der Zellen nicht verloren, ebenso wenig durch halbstündige Einwirkung einer Temperatur von 60°; erst bei halbstündigem Erwärmen auf 80—85° werden die bactericiden Substanzen vernichtet.

3. Durch wiederholtes Einfrieren isolirter Leukocyten mit inactivirtem Exsudat bei nachfolgendem 1—2tägigem Maceriren in der Kälte oder durch halbstündiges Erwärmen isolirter Zellen in physiologischer Kochsalzlösung auf 60°, ebenso wie durch 2—3 Stunden langes Maceriren zerriebener Zellen in physiol. Kochsalzlösung bei 37° gewinnt man zellfreie bactericide Extracte, die aber nicht allen Bacterien gegenüber gleich stark wirksam sind.

4. Die bactericiden Wirkungen des Blutes und der Leukocytenflüssigkeiten laufen durchaus nicht parallel; auch hinsichtlich der Inactivirbarkeit sind Unterschiede vorhanden. Trotzdem dürften die Blutalexine und die bacterienfeindlichen Stoffe der Leukocyten identisch sein.

5. Die Leukocyten enthalten ausser den bactericiden Stoffen auch solche, die denselben antagonistisch wirken.

In wie weit die hier niedergelegten Untersuchungen und die durch dieselben bewiesenen Thatsachen im Stande sind, uns das Verständnis der natürlichen Immunität näher zu rücken, muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Bisher hatten wir ja nur bezweckt, die principielle Seite der Frage zu lösen und hatten so auf die Virulenz oder Pathogenität der untersuchten Bacterien keine Rücksicht genommen. Es unterliegt aber wohl keinem Zweifel, dass erst bei Berücksichtigung dieser Momente die Bedeutung eines bactericiden Versuches und damit der darin zum Ausdruck gekommenen Abwehrvorrichtung klar erkannt werden kann.

Denys hat das grosse Verdienst, zuerst darauf aufmerksam gemacht zu haben, dass die natürliche Widerstandsfähigkeit weder durch die bactericide Kraft des Blutserums resp. der Körperflüssigkeiten, noch durch die Thätigkeit der Zellen allein erklärt werden könne, und hat auch schon einige concrete Fälle, auch mit Rücksicht auf den künstlichen Impfschutz, diesbezüglich untersucht. Wir möchten nur noch eine Erweiterung dieser Beobachtungen hinsichtlich der Zellstoffe — Denys hat stets nur mit lebenden Zellen experimentirt — wünschen; man wird vielleicht so noch einiges Neue erfahren können.

Wenn wir hier, obwohl wir an die Identität der in den Zellen enthaltenen und der im Blute wirksamen Stoffe vorläufig glauben, die Nothwendigkeit betonen, in beiden Richtungen Untersuchungen anzustellen, so rechtfertigen wir dies durch die Vermuthung, dass im Thier wohl auch manches der in vitro so bedeutsamen »secundären« Momente, wie veränderte Nährverhältnisse, Compensirungen von Seiten zerfallener Zellen u. s. w. eine Rolle spielen wird; sicherlich bei den von uns künstlich vorgenommenen peritonealen Infectionen, wo doch stets grosse Mengen weisser Blutkörperchen zugrundegehen.

Nachtrag zur Correctur.

Im 22. Bande der »Beiträge zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie«, herausgegeben von E. Ziegler berichtete kürzlich Löwit in seiner Arbeit »Über die Beziehung

der Leukocyten zur bactericiden Wirkung und zur alkalischen Reaction des Blutes und der Lymphe« u. a. darüber, dass es ihm gelungen sei, durch Zerreiben der aus Exsudaten isolirten Zellen mit Glaspulver bactericide, aber hitzebeständige Substanzen zu extrahiren und beruft sich weiters darauf, dass auch uns[1]) der Nachweis solcher nicht labiler Stoffe geglückt sei.

Letztere Behauptung beruht auf einem Irrthume, indem wir, wie aus dem Wortlaut der Mittheilung hervorgeht, niemals von hitzebeständigen, sondern nur von solchen Substanzen gesprochen haben, die eines halbstündigen Erwärmens auf 80—85° zu ihrer Inactivirung bedürfen.

Was die hitzebeständigen Substanzen Löwit's betrifft, die ein fünf Minuten langes Kochen vertragen, so stammen dieselben nicht aus den Zellen, sondern aus dem Glaspulver.

Wir wurden zu dieser Vermuthung, die sofort durch Versuche bestätigt wurde, dadurch geführt, dass wir schon vor Jahresfrist vergeblich versucht hatten, durch Zerreiben von nach unserer Methode isolirten Leukocyten mit Quarzsand wirksame Extracte zu erhalten.[2]) Wir haben im Vorstehenden wiederholt die grossen Schwierigkeiten betont, denen Versuche, die bactericiden Stoffe von den Zellen zu trennen, begegnen; es bedarf besonderer Kunstgriffe, vor allem der Einwirkung einer höheren Temperatur, um nur halbwegs zum Ziel zu kommen. Wenn man die Leukocyten, so wie wir und Löwit gethan haben, einfach in der Kälte zerreibt, so gehen nur sehr wenig bacterientödtende Stoffe in Lösung; die überwiegende Mehrheit derselben bleibt in den Zellresten und wird nachträglich mit dem Sand oder Glaspulver entfernt.

Dass dagegen beim Zerreiben des Glaspulvers in Kochsalzlösung thatsächlich Stoffe in Lösung gehen, die auf Typhusbacillen und Staphylococcen wachsthumshemmend, auch in geringem Grade abtödtend wirken, haben wir in mehreren Ver-

1) Münchener medic. Wochenschrift, 1897, Nr. 16.

2) Die ersten Zerreibungsversuche mit Leukocyten habe ich im hygienischen Institut in München, angeregt durch die daselbst im Gange befindlichen Arbeiten Ed. Buchner's, ausgeführt. (Archiv für Hygiene, Bd. 27.)

suchen, bei Anwendung von drei Sorten unter besonders ängstlichen Cautelen bereiteten Glaspulvers, erfahren. Dabei war es ganz gleichgiltig, ob wir die Zellen mit zerrieben oder nicht, die bactericide Wirkung der »Extracte« war stets die gleiche.

Unsere Versuchsanordnung war so gewählt, dass wir Portionen desselben inactivirten Kaninchenserums zu gleichen Theilen mit phys. Kochsalzlösung, mit »Glasextract« und mit jener Flüssigkeit versetzten, die wir durch Zerreiben der Zellen mit dem Glase in Kochsalzlösung erhielten. Dabei konnten wir natürlich auch unbeschadet der Wirkung zum Kochen erhitzen.

Welche lösliche Substanzen des Glaspulvers diese Schädigung herbeiführen, haben wir nicht weiter verfolgt; es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass dem ziemlich hohen Alkalescenzgrad einer solchen Flüssigkeit (bis zu $^1/_{40}$ Normalalkali) die Entwicklungshemmung theilweise zugeschrieben werden darf.

Gelatinöse Lösungen und Verflüssigungspunkt der Nährgelatine.

Von

C. C. van der Heide.

(Aus dem hygienischen Institute von Prof. J. Forster.)

Einleitung.

Der Gebrauch von Nährgelatine bei Bacterienzüchtungen hat der Anwendung von Agar oder Bouillon gegenüber den Nachtheil, dass man an eine Temperatur weit unter 37 ° C gebunden ist. Da die meisten pathogenen Bacterien am besten bei 30° und darüber wachsen, die gebräuchliche 8—10proc. Nährgelatine jedoch bei solcher Temperatur flüssig wird, ist diese zu einer Isolirung verschiedener Bacterien-Arten und zum Studium der Cultureigenschaften mancher Bacterien nicht stets geeignet. Da die Nährgelatine jedoch wegen ihrer sonstigen Vorzüge bei den Culturen, wie wegen der Durchsichtigkeit, bequemen Anlage der Platten, leichten Herstellbarkeit u. s. w. ein ausgezeichneter Culturboden ist, so wäre es sicherlich wünschenswerth, den Verflüssigungspunkt der Gelatine so hoch wie möglich hinauf zu führen, um die in ihr vegetirenden Bacterien ihrem Temperaturoptimum so nahe wie möglich bringen zu können.

Nebenbei würde auch eine derartige Gelatine mit hohem Verflüssigungspunkt für Untersuchungen in den Tropen, in denen die Zimmertemperatur meist 25 ° C und mehr beträgt, als Nährboden mit grösserer Sicherheit zu verwenden sein.

Bei der gebräuchlichen Sterilisation der Gelatine durch strömenden Dampf von 100 ° C wird nun, wie sich gezeigt hat, der Verflüssigungspunkt der Gelatine erniedrigt und so deren

Brauchbarkeit herabgesetzt. — Die Grösse des Einflusses der verschiedenen Temperaturen zu bestimmen und damit eine ziffermässige Grundlage zu schaffen für die in dem Laboratorium von Prof. Forster seit Jahren geübte Weise der Bereitung von Nährgelatine, die am Schlusse dieser Arbeit beschrieben werden soll, war der hauptsächlichste Zweck der vorliegenden Arbeit, an welche ich grösstentheils im Laufe des Winters 1895/96, dem Auftrage des damals noch in Amsterdam weilenden Prof. Forster folgend[1]), ging.

Chemisches und physikalisches Verhalten der Leimlösungen.

Die Abnahme und der schliessliche Verlust des Gelatinirungsvermögens, den der Leim durch die Erhitzung erfährt, ist schon lange bekannt, jedoch hat man die Wichtigkeit dieser Thatsache bei der Bereitung der Nährgelatine wesentlich nur in unserm Laboratorium in Betracht gezogen.[2])

Kühne[3]) gibt an, dass der Leim bei 140° C in geschlossenen Gefässen mit wenig Wasser erhitzt, fast momentan eine Veränderung in eine nicht mehr gelatinirbare Substanz erleidet. Bei niedrigeren Temperaturen (50° C) soll, wenn viel Wasser zugefügt ist, die Fähigkeit zu gelatiniren schon innerhalb zwölf Stunden verloren gehen. Auch in der Kälte oder bei schwachem Erwärmen nahm Kühne wahr, dass die Leimlösung, wenn sehr

1) Schon im Jahre 1888 hatte Herr Gerdings in unserem Institute eine Reihe von ähnlichen Versuchen begonnen, welche jedoch wegen dessen Abreise aus Amsterdam zu keinem Abschlusse gelangt sind.

2) Z. B. wird in der Arbeit aus dem hygienischen Laboratorium zu Amsterdam von A. H. Nijland (Archiv für Hygiene, Bd. XVIII, S. 353: »Ueber das Abtödten von Cholerabacillen in Wasser«) mit einigen Worten die Methode angegeben, nach welcher von Prof. Forster 10proc. Nährgelatine bereitet wird; diese wird hierbei im Ganzen nicht länger als 40 Minuten bis zur Kochtemperatur des Wassers erhitzt. Die so bereitete Gelatine gestattet eine Cultivirung der Bacterien bei einer höheren Temperatur (24—26° C), ohne dass die Gelatine flüssig wird. Früher schon hatte Straub, Nederlandsch Tijdschrift voor Geneeskunde, 1892, II, S. 514, auf die im Amsterdammer Institute übliche Bereitungsweise der Nährgelatine, namentlich zur raschen Züchtung von Cholerabacillen aus verdächtigen Entleerungen, aufmerksam gemacht.

3) Kühne, Physiologische Chemie, 1868, S. 356.

geringe Mengen von Alkalien oder Säuren zugesetzt waren, die Fähigkeit zu gelatiniren einbüsste. Da nähere Mittheilungen über diesen letzten Versuch fehlen, ist es aber nicht unmöglich, ja selbst wahrscheinlich, dass die Wirkung von Bacterienfermenten bei der Verflüssigung von Kühne's Gallerte eine Rolle gespielt hat, da man damals noch nicht von der Nothwendigkeit, mit sterilen Flüssigkeiten zu arbeiten, unterrichtet war.

Auch Andere[1]) äusserten sich über die Eigenschaft der Leimlösungen, durch Erwärmen weniger gelatinirfähig zu werden; aber eingehendere Untersuchungen über das Wesen der Umsetzung und die Art der neuentstandenen löslichen Producte sind erst von Hofmeister angestellt worden[2]). Es gelang ihm, zwei Substanzen, Leimpeptone, zu isoliren. Die erste Substanz, Semiglutin, wird aus der Lösung durch Platinchlorid niedergeschlagen. Die Verbindung von Semiglutin mit Platinchlorid, ist aber nicht immer die gleiche. Auch Alkohol, Quecksilber- und Goldsalze schlagen das Semiglutin nieder; Bleisalze thun dieses dagegen nicht. Das zweite Leimpepton, Hemicollin, wird nicht durch Platinchlorid gefällt, und Alkohol thut dies erst in grossem Ueberschuss. Dagegen wird es durch Bleiacetat niedergeschlagen. Die beiden Leimpeptone können als Hydratbildungen des Glutins betrachtet werden. Wenn Hofmeister eine gewisse Quantität Glutin 30 Stunden hintereinander gekocht, dann genügend ausgetrocknet hatte und das Gewicht der Peptone bestimmte, so fand er eine Zunahme des Gewichtes von 2 bis 2,3%. Die genannten Peptone kommen zu ungefähr gleichen Theilen in der Lösung vor und haben viele Eigenschaften, z. B. die Biuretreaction, mit einander gemein.

Es liegt nun auf der Hand anzunehmen, dass bei dem Sterilisiren der Nährgelatine ein Theil des Leimes peptonisirt und also nur ein geringerer Theil desselben zur Bildung der Gallerte

1) Gmelin, (Gmelin-Kraut, 4. Aufl., Bd. 4, S. 2296 und Berzelius, Lehrbuch der Chemie, 1831, Bd. 4. Abth. 1, S. 67. — Goudoever, Annal. Ch. Pharm., Bd. 45, S. 65, und Journ. f. prakt. Chemie, Bd. 31, S. 316.

2) Fr. Hofmeister, Die chemische Structur des Collagens. Zeitschr. f. physiolog. Chem., (2), 1878—79.

beim Erkalten übrig bleibt. Der Verflüssigungspunkt muss so bei einer niedrigeren Temperatur liegen als vor dem Sterilisiren, weil man wohl a priori erwarten kann, dass Lösungen, die reicher an Leim sind, bei höherer Temperatur fest bleiben als Leimärmere. Dass aber auch die Peptone, die in mehr oder weniger lange gekochter Gelatine enthalten sind, einen Einfluss auf den Verflüssigungspunkt haben werden, ist nicht unwahrscheinlich. Nach den Angaben Hoppe-Seyler's[1]) hat auch der Salzgehalt der Lösung Einfluss auf die Gerinnung. Er sagt: »Salzarme Leimlösung gerinnt weniger gut als salzreichere«.

Es ist also möglich, dass eine Gelatinelösung, von der ein Theil durch Kochen peptonisirt ist, einen höheren Verflüssigungspunkt hat, als eine Leimlösung von demselben Procentgehalte wie jene ohne Peptone. Bei den weiteren Mittheilungen über unsere Versuche werden wir auf diesen Punkt näher zurückkommen.

Es mag hier die Frage ventilirt werden, in wie weit man bei mit Wasser flüssig gemachtem Leim von einer wirklichen Lösung sprechen darf. Kommen die Leimmoleküle in der Flüssigkeit etwa so frei beweglich vor, wie man sich dies von Salzlösungen vorstellt? Diese Frage ist eine durchaus schwierige, da man hier in ein Gebiet hineingreift, auf dem unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft sind, und ein Urtheil also nur mit grosser Vorsicht abgegeben werden darf.

Nach der Meinung Nägeli's[2]) haben wir bei Leimlösungen nicht ein molekulares Beweglichsein der Leimtheile, sondern wir haben es zu thun mit schwebenden Molekülcomplexen, welche sich nach Umständen in verschiedenen Weisen aneinanderlegen. Um nicht sich bezüglich der unbekannten Structur des Complexes im Voraus festzulegen, nannte Nägeli denselben Micelle (von Mica = Krümchen). Die innere Structur stellte Nägeli sich krystallinisch vor, die äussere Form ist ganz willkürlich. Wie Krystalle können auch die Micellen anwachsen, indem neue Moleküle sich an die alten anlegen. Es entstehen also grosse und kleine

1) Felix Hoppe-Seyler, Handbuch der physiologisch und pathologisch-chemischen Analyse, 1893, S. 270.

2) Nägeli, Theorie der Gährung, S. 121, München, Oldenbourg, 1879.

Micellen in einer Leimlösung, und bestimmte Ursachen sollen auf die Entstehung derselben von Einfluss sein. Nirgends berühren sich diese Micellen, sondern immer bleibt zwischen ihnen eine Lage von Wassermolekülen; Nägeli hatte die Ansicht, dass gerade an diesen Stellen die eigenthümliche krystallinische Anordnung der Moleküle gestört ist, und dass auch hier die verschiedenen Lösungs- und Schwellungsmittel am leichtesten einwirken. Es kann aus mehreren Micellen eine zusammengesetzte entstehen, welche sich wieder mit anderen zusammengesetzten verbinden kann.

Ob diese Vorstellung richtig ist, sei dahingestellt; jedenfalls giebt sie eine einfache, jedoch mehr umschreibende als erklärende Vorstellung von dem Entstehen der Gallerte. Man sieht die Leimflüssigkeit immer weniger und weniger beweglich werden, sie fliesst beim Umkehren des Glases nicht mehr herunter und bildet schliesslich eine feste, elastische Masse. Man kann sich diesen Vorgang sehr leicht zu Stande kommend denken durch eine immer festere Aneinanderlegung und innigere Zusammenfügung der Micellen. Wie ein Gerüst umgiebt nun ein Netz von Micellen-Haufen und -Fäden das eingeschlossene Wasser. Die Auffassung, dass die gelatinösen Substanzen sich nicht in wirklicher Lösung befinden, wird auch auf das Kräftigste durch die Thatsache unterstützt, dass weder der Siedepunkt noch der Erstarrungspunkt der Lösungen durch andere, in ihr befindliche Substanzen beeinflusst wird. Es ist, als ob bei colloiden Lösungen das Wasser sich in einer porösen Substanz befindet, welche dasselbe festhält, ohne weiter einen Einfluss auf seinen Siede- oder Gefrierpunkt auszuüben.

Unlängst ist von Krafft[1]) in Heidelberg eine wesentlich von der Vorstellung Nägeli's abweichende Theorie der colloiden Lösungen aufgestellt worden. Auf Grund seines Befundes bei concentrirten Lösungen von Seifen, deren äusseres Vorkommen bei Temperaturen oberhalb ihres Erstarrungspunktes

1) Berichte der deutschen chem. Gesellschaft, 29. Jahrgang, Nr. 8, 1896, S. 1334.

(für Natriumstearat bei 69° C liegend) von gelatinösen Massen nicht verschieden ist, und die die Eigenschaften der Colloide besitzen, in einer (ätherischen) Lösung den Siedepunkt nicht zu erhöhen, stellt er mit Hilfe seines Krystallisationgesetzes der Seifen den Satz auf, dass colloide Flüssigkeiten oder Lösungen die verflüssigten Substanzen in molekularem Zustande enthalten. Auf seinen obigen ersten Satz basirt er einen zweiten: Colloidal verflüssigte Moleküle rotiren in sehr kleinen geschlossenen Bahnen oder Oberflächen. Wie Krafft sagt, lässt sich die Annahme von freien Molekülen in einer colloiden Flüssigkeit nicht vereinigen mit dem Avogadro'schen Gesetz, das man auch auf Lösungen anzuwenden gelernt hat. Man erklärt sich mit Hilfe dieses Gesetzes leicht, warum krystalloid gelöste Molekel den Gefrierpunkt erniedrigen und den Siedepunkt erhöhen, aber warum nun die ebenfalls in molekularem Zustande befindlichen gelösten Seifen sich anders verhalten, ist nicht mit dem Gesetze in Einklang zu bringen. Jedoch wenn man auch annehmen kann, dass die Moleküle krystalloid gelöster Stoffe sich wie die Gasmoleküle bewegen und verhalten, so braucht umgekehrt nicht wahr zu sein, dass alle in einer Flüssigkeit gelösten Moleküle sich wie Gasmoleküle, also rectolinear. bewegen. Krafft stellt sich nun vor, dass die Moleküle in geschlossenen Bahnen oder Oberflächen rotiren. Es ist nun leicht einzusehen, dass dann der durch die Moleküle ausgeübte Druck ein sehr geringer sein muss, und dass also der Gefrier- und der Siedepunkt nur unwesentlich beeinflusst werden kann. Krafft gibt weiter an, dass die rotirenden Moleküle schliesslich Oberflächen bilden, und dass so Bläschen entstehen, welche er »protocellare Bläschen« nannte, die einen Mantel von rotirenden Molekülen darstellen, worin das Lösungsmittel eingeschlossen ist. Vorausgesetzt ist hierbei, dass die zu lösende Substanz in genügender Menge vorhanden ist, um die einhüllenden rotirenden Oberflächen um die Flüssigkeitstheile herum bilden zu können.

Auch Nägeli hat bei colloiden Lösungen das Verhältniss zwischen den Mengen des Lösungsmittels und der gelösten Sub-

stanzen besprochen. Er sagte, dass man von molekularen Lösungen nur dann sprechen kann, wenn genügend Wassermoleküle vorhanden sind, um alle Moleküle der zu lösenden Substanzen von allen Seiten zu umgeben. Da nach seinen Berechnungen dies bei concentrirten Zuckerlösungen z. B. nicht mehr der Fall sein kann, so nannte er diese ebenfalls colloide Lösungen. Es ist von vornherein nicht unmöglich, dass die nach Nägeli nothwendige Quantität Wasser einen Rückschluss auf die Grösse der Krafft'schen Bahnen erlaubt.

Die protocellaren Bläschen können sich nun aneinanderlagern, dabei die dodecaëdrische Gleichgewichtslage annehmen, und durch das Zusammenfliessen der Wände entsteht so das Gebilde der Gallerte. Wie Nägeli, nimmt also auch Krafft eine moleculare Structur an, aber seine Vorstellung ist, wie man sieht, grundverschieden von jener älteren und nähert sich auch mehr den neueren Ansichten über die Theorie der Lösungen.

Wie es auch sei, vorläufig muss die Frage nach dem Zustande colloider Lösungen, in unserm Falle der Leimgallerte, noch als eine offene betrachtet werden; es kann daher nur wünschenswerth erscheinen, durch praktische Beobachtungen einige Erfahrung zu gewinnen, die auch vom theoretischen Standpunkte aus des Werthes nicht völlig entbehren dürfte.]

Methoden zur Bestimmung des Verflüssigungspunktes.

Wir haben uns zunächst die Aufgabe gestellt, genau den Verflüssigungspunkt einer Reihe wässeriger Gelatinelösungen zu bestimmen, die auf der einen Seite einen verschiedenen Procentgehalt an Gelatine besassen, auf der anderen Seite verschieden lange Zeit der Einwirkung von Wasserdampf von 100° C ausgesetzt waren.

Eine allgemeine Methode zur Bestimmung des Verflüssigungspunktes gelatinöser Körper gibt es nicht. Hätten wir einen plötzlichen Uebergang aus dem festen in den dünnflüssigen Zustand, wie wir dies bei der Veränderung des Aggregatszustandes bei schmelzenden Metallen sehen, so wäre die Aufgabe leicht. Aber die Sache verhält sich hier anders. Nur allmählich wird

die feste gelatinöse Masse etwas elastischer, weicher und ist etwas leichter beim Anklopfen des Glases zu erschüttern. Dann tritt ein Zustand ein, in dem grosse Luftblasen nur mühsam durch die Gelatine hinaufsteigen können. Endlich haben wir eine dünnflüssige Masse vor uns. Welchen Moment soll man nun als Verflüssigungspunkt wählen? Man hat dies bei den gebräuchlichen Methoden unentschieden gelassen, wenigstens niemals einen festen Zeitpunkt als den einzig richtigen angegeben. Die Literatur hierüber ist überhaupt nicht reich, und die verschiedenen Methoden, welche hier verwendbar sein würden, sind, soviel ich gefunden habe, nur für Fette angegeben, die ja in verschiedenen physikalischen Eigenschaften sich wie Gelatinelösungen verhalten. Wir wollen kurz die Bedenken auseinandersetzen, welche gegen die verschiedenen gebräuchlichen Methoden anzuführen sind, und dann die Bedingungen aufzählen, die eine gute Methode zu erfüllen hat.

Bei der einen Methode bringt man in ein feines Röhrchen einige Tropfen der zu untersuchenden Flüssigkeit. Man lässt erstarren und bringt dann das Röhrchen in ein Wasserbad, dessen Temperatur man allmählich erhöht. Ist die äusserste Lage flüssig geworden, so wird das erst erstarrte Säulchen beweglich. Wendet man U-förmige, an beiden Schenkeln offene Röhrchen an, dann wird der Tropfen nach dem Gesetz der Schwere sinken; nimmt man aber, wie wir es modificirten, gerade mit dem einen offenen Ende in die Flüssigkeit ragende Capillarröhrchen, dann werden die Säulchen, sobald die äusserste Lage eben flüssig geworden ist, durch das nun schnell eindringende Wasser plötzlich in die Höhe gedrückt. Der Grad der Sauberkeit, der Durchmesser der Capillaren, die Grösse der Tropfen und die Tiefe, in der sie sich unter der Wasseroberfläche befinden, haben aber einen wesentlichen Einfluss auf das Resultat. Ich habe hierüber eine grössere Anzahl von Versuchen und Erfahrungen an der Gelatine gemacht, die hier mitzutheilen ich unterlassen will. Es hat sich eben gezeigt, dass es grosse Schwierigkeiten darbietet, bei zahlreichen Versuchen stets genau unter denselben Umständen zu arbeiten. Ich

verliess deshalb diese Methode, als für unsere Zwecke nicht für geeignet.

Eine andere Methode, die Methode von Muter[1]), beruht auf dem Loewe'schen Princip[2]), bei welchem ein im Momente der Schmelzung durch die Masse herabfliessender Quecksilbertropfen die Enden zweier Platinelektroden verbindet, und so eine elektrische Schelle ertönt. Diese Methode hat nach unsern Erfahrungen den Nachtheil, dass man mit relativ grossen Mengen arbeiten muss; dabei tritt während der Beobachtungen ein nicht unbeträchtlicher Wasserverlust von der erstarrten Gelatine ein, wodurch die Gallerte verändert wird. Eine einfache und vielfach gebräuchliche Methode besteht weiter darin, dass man das untere Ende eines empfindlichen Thermometers in die zu untersuchende, flüssig gemachte Substanz eintaucht und die beim Herausziehen hängen bleibende Masse dann erstarren lässt. Man bringt das Thermometer in ein Becherglas, das hier nicht mit Wasser, sondern mit einer die Gelatine nicht angreifenden Flüssigkeit gefüllt ist. Als solche verwendete ich eine Art Petroleum, das unter dem Namen Kaiser-Oel im Handel vorkommt. Dasselbe hat ein niedriges specifisches Gewicht (nach unseren Bestimmungen 0,791) und ausserdem den Vorzug, vollkommen durchsichtig und leicht beweglich zu sein; dabei entzieht es der in dasselbe gebrachten Gelatine keine Spur von Wasser. Da die Temperatur bei meinen Versuchen niemals 35° C überstieg, war auch eine eventuelle Gefahr einer Explosion nicht zu befürchten, da sich aus dem Kaiseröl entzündliche Dämpfe erst oberhalb 50° C bilden. Nach dem Einbringen des Thermometers mit der an ihm erstarrten Substanz lässt man die Temperatur des Petroleums langsam ansteigen. Man sieht dann, sobald die Gelatine geschmolzen ist, diese als Tropfen herunterfallen. Etwas anschaulicher kann man die Sache machen, wenn man die Gelatine vorher mit einer Spur Fuchsin färbt. Dieses Verfahren ist sehr einfach, aber auch hierbei ist die Menge der am Thermo-

1) Muter, The Analyst. Vol. 15.

2) Loewe, Fresenins' Zeitschrift f. anal. Chemie, Jahrg 11, S. 211.

meter befindlichen Gelatine und die Form, die der Quecksilberbehälter des Thermometers hat, von sehr wesentlichem Einfluss auf das Resultat. Bei den zahlreichen Versuchen, die ich mit dieser Methode anstellte, fand ich doch noch Differenzen von 0,5 bis 1° C. Das sind aber Unterschiede, die diese Methode zu einer nicht genügend zuverlässigen stempeln.

Wir liessen weiter ein Tröpfchen Gelatine zwischen zwei Deckgläschen erstarren, befestigten vermittelst Lackes an das obere Deckglas ein Stäbchen, beschwerten das untere mit einem Stückchen Metall, brachten das ganze System in verticaler Lage in erwärmtes Oel und registrirten den Zeitpunkt, an welchem das beschwerte Deckgläschen nach unten fiel. Aber auch diese Versuchsanordnung hat ebenso wie die anderen ihre Mängel, auf welche ich nicht näher eingehen will.

Uebrigens haben alle aufgezählten Methoden hauptsächlich den einen gemeinsamen Fehler, dass die Resultate nur relative sind. Denn dieselben sind abhängig von der Menge der verwendeten Substanz, von der Weite der Glasröhrchen, von der Form des Thermometerendes, von dem Gewicht der Deckgläschen u. s. w. Eine gute Methode aber muss absolute Resultate geben; sie muss mit so wenig wie möglich Material angestellt werden können, damit die ganze Probemenge in kürzester Zeit und so gleichmässig wie möglich die Temperatur der Umgebung annehmen kann. Ausserdem muss sie eine scharfe Beobachtung des ganzen Vorganges bei der Schmelzung gestatten. Es liegt nun aber auf der Hand, sich die Frage zu stellen, wann man eigentlich sagen darf, dass eine Gelatine die Eigenschaften einer Flüssigkeit angenommen hat. Man ersieht leicht, dass bei den oben besprochenen Methoden die Criterien hiefür nicht sehr wissenschaftlich sind, und dass man bei ihnen nicht scharf einen festen Verflüssigungszeitpunkt bestimmen kann. Bei den obigen Methoden braucht auf der einen Seite die Gelatine noch nicht vollständig flüssig zu sein, wenn sie auch bereits ihren Platz verlässt; auf der anderen Seite kann sie beispielsweise schon vollkommen flüssig geworden sein, ohne dass sie als Tropfen herabfällt. In streng wissenschaftlichem Sinne kann man nur

dann Substanzen flüssig nennen, wenn sie die Form des Gefässes, worin sie sich befinden, oder wenn die Umstände es erlauben, die Tropfenform annehmen, hier also den Zustand, bei dem bei kleinster Oberfläche das grösste Volumen vorhanden ist.

Die Methoden, bei der ein Scheibchen Gelatine etwa in ein trichterförmiges Röhrchen gebracht und so hoch erwärmt wird, bis es, nach unten abfliessend, sich der Form des Trichters anpasst, sind nach unseren Erfahrungen zu verwerfen, weil die Gelatine hier nicht allseitig von dem gleichen Medium umgeben ist, und sie an die umgebende Luft einen Theil ihres Wassers abgibt.

Wenn man jedoch ein kleines Scheibchen Gelatine in einer gleichmässig erwärmten Flüssigkeit schweben lässt, die sich der Gelatine gegenüber indifferent verhält, und dann den Augenblick feststellt, in dem das Scheibchen sich in ein Kügelchen verwandelt, so ist dies wohl eine Versuchsanordnung, die allen Anforderungen für die Bestimmung des Verflüssigungszeitpunktes entspricht. Die Schwierigkeit bestand nur darin, eine indifferente Flüssigkeit zu finden, die dasselbe specifische Gewicht wie die Gelatine besass. Während wir noch hienach suchten, bekam ich ein Referat über eine Arbeit in Händen, in der diese Aufgabe in einfacher und scharfsinniger Weise von Wiley[1]) gelöst worden war. Das Princip Wiley's, um eine Flüssigkeit von gleichem specifischem Gewicht, wie die zu untersuchende Substanz zu erhalten, besteht darin, dass er zwei Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten nimmt und zwar die eine mit einem höheren, die andere mit einem niedrigeren, wie das des zu untersuchenden Materiales. Diese beiden Flüssigkeiten werden vorsichtig aufeinandergeschichtet. Alsbald entstehen, weil man Flüssigkeiten nehmen muss, die sich untereinander mischen können, zwischen beiden verschiedene Lagen mit einer von unten nach oben abnehmenden Densität.

Wirft man nun das Versuchsscheibchen in die Flüssigkeit, so wird dasselbe in deren oberem, leichterem Theile sinken, jedoch zum Schweben kommen in einer Tiefe, in der das specifische

1) Wiley, Foods en Food adulterants. Washington, Prins. off., 1889.

Gewicht der Flüssigkeit der Dichtigkeit des Scheibchens gleich ist. Wiley, der mit Fetten arbeitete, wandte ausgekochten absoluten Alkohol und ausgekochtes destillirtes Wasser an. Bei vorsichtiger Erwärmung kann man unter genauer Ablesung der Temperatur das ruhig horizontal schwebende Scheibchen in bequemer und schöner Weise beobachten und den Moment der Verflüssigung feststellen.

Es braucht kaum bemerkt zu werden, dass man eine wässerige Gelatinegallerte nicht in Alkohol oder Wasser bringen kann, ohne dass dabei der Procentgehalt derselben durch Wasserentziehung oder durch Quellung ganz und gar verändert wird. Es war also für uns nothwendig, zwei Flüssigkeiten von verschiedener Densität zu wählen, welche beide indifferent für Gelatine sind. Als leichte Flüssigkeit bot sich als brauchbar das schon in früheren Versuchen verwendete Kaiseröl dar. Schwieriger war es, die schwere Flüssigkeit zu finden. Als solche haben wir schliesslich Chloroform genommen. Wohl ist Chloroform in Zehntelprocenten in Wasser löslich, aber umgekehrt nimmt Chloroform selbst bei längerem Schütteln kein Wasser auf. Wir überzeugten uns davon dadurch, dass wir in einem Reagirröhrchen Chloroform mit einigen Tropfen Wasser schüttelten. Es setzten sich kleine Wassertropfen gegen die Wände ab und das Chloroform wurde trüb. Jedoch nach einfacher Papierfiltration wurde dasselbe wieder klar und es zeigte sich nun, dass einige Stückchen wasserfreien Kupfersulfates, mit dem Filtrat geschüttelt, ihre weisse Farbe behielten. Der Sicherheit halber wurde aber unser Chloroform stets vor dem Gebrauche mit wenig Wasser geschüttelt und filtrirt.

Die nähere Einrichtung unserer Versuche, mit der unsere Bestimmungen ausgeführt wurden (Fig. 1), war nun folgende: Ueber einem sehr niedrig brennenden und leicht regulirbaren Argand-Brenner wurde ein ungefähr 1 l reines Wasser enthaltendes Becherglas gestellt. In dasselbe wurde seitlich ein Thermometer gebracht, um die Temperatur des Wassers zu controliren. Zwei platte horizontal gestellte, über einander an einem Bügel befestigte, in senkrechter Richtung mit einem über

eine Rolle laufenden Bindfaden bewegbare Blechringe dienen dazu, um das Wasser zur Erreichung einer gleichmässigen Temperatur beständig zu mischen. Dieser Punkt ist von wesentlicher Bedeutung, da man sonst nicht die Sicherheit hat, dass ein central in das Wasser eingesenktes zweites schmales Becherglas ebenfalls gleichmässig erwärmt wird. Dieses innere Becherglas wird zu einem Drittel mit Chloroform gefüllt; alsdann lässt man langsam vermittelst einer Pipette ebensoviel Kaiseröl auffliessen, und lässt einige Zeit stehen. Bei dem grossen Unterschiede des specifischen Gewichtes beider Flüssigkeiten (0,791 und 1,48) ist allzu grosse Vorsicht nicht nöthig, und hat selbst leichtes Schütteln keinen nachtheiligen Einfluss. Das innere Becherglas wird durch einen Holzdeckel mit excentrischer Bohrung geschlossen, in welche ein Thermometer eingeführt wird. Das Thermometer kann auf und ab geschoben werden. Dies hat den Vortheil, dass man den kleinen Quecksilberbehälter des Thermometers beinahe stets in die unmittelbare Nähe des Gelatinescheibchens bringen kann. Hierdurch wird es ermöglicht, die Temperatur in der Umgebung des Scheibchens sehr genau festzustellen. Das verwandte Thermometer war in Viertelgrade Celsius eingetheilt, und Zehntelgrade liessen sich gut abschätzen. Das Thermometer kann gleichzeitig dazu benutzt werden, um durch vorsichtig kreisende Bewegungen die Temperatur gleichmässig zu erhalten. Wird auch durch diese Bewegung die

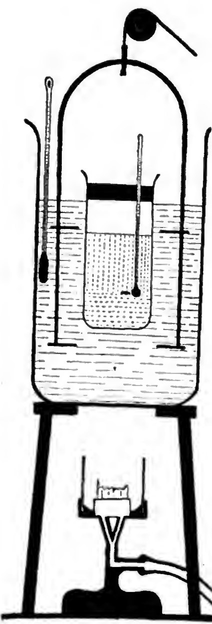


Fig. 1.

Uebergangszone der Flüssigkeiten etwas breiter, so schadet dies nichts, weil das Scheibchen automatisch diejenige Höhe aufsucht, die mit seiner Dichtigkeit übereinstimmt.

Der ganze Apparat wird nun auf eine Temperatur von ungefähr 20° C gebracht und in das Oel-Chloroform ein Gelatine-Scheibchen eingesenkt. Man stellt sich dasselbe am einfachsten so dar, dass man das Reagirröhrchen, in dem die Gelatine, mit einem Gummikäppchen vor Verdunstung geschützt, aufbewahrt wurde, zerschlägt und mit einem scharfen Rasirmesser aus der Mitte ein ca. 3/4 mm dünnes Scheibchen abschneidet. Mit einem Spatel sticht man jetzt ein rundes Stückchen von höchstens 3 mm Durchmesser aus, wobei man dafür sorgen muss, scharfe Ränder zu erhalten. Man kann auch so verfahren, dass man die Gelatine im Reagirröhrchen aufschmilzt und dieselbe in ein vorher abgekühltes Schälchen mit flachem Boden giesst. Durch sofortiges Bedecken des Schälchens mit einer, mit Wachs bestrichenen Glasplatte verhindert man die Verdunstung der ausgegossenen Gelatine. Man bringt natürlich nur soviel Gelatine in das Schälchen, als zur erwünschten Dicke erforderlich ist, und kann dann aus der bald erstarrten Masse direct das Scheibchen in richtiger Grösse ausstechen. Bei dem nun folgenden Erwärmen ist es aus begreiflichen Gründen nothwendig, die Temperatur langsam ansteigen zu lassen, um erstens eine gleichmässige Erwärmung zu erzielen, und zweitens sicher zu sein, dass das Gelatinescheibchen Zeit gehabt hat, die Temperatur der Umgebung anzunehmen. Die Temperatur darf in 7—10 Minuten nur um einen Grad Celsius in die Höhe gehen Wenn man so nach einem ersten Versuch ziemlich genau die Verflüssigungstemperatur der Gelatine kennen gelernt hat, kann man in den folgenden Versuchen bei einer Temperatur von einem Grade unter dem gefundenen Werth beginnen. Die Temperatur im Wasserbade darf die des Oel-Chloroforms nicht mehr als um 1° C übersteigen.

Die ersten Anzeichen der beginnenden Verflüssigung bereits sind sprechend. Dieselben bestehen darin, dass die scharfen Ränder des Scheibchens stumpfer werden, und dass die feinen

Streifchen auf der Oberfläche, die beim Abschneiden entstanden sind, verschwinden. Man erhält den Eindruck, als ob die Gelatine plötzlich zu schwitzen beginnt; sie wird anscheinend feuchter, glatt und glänzend. Bleibt die Temperatur nun constant, dann sieht man schliesslich die Gelatine die Tropfenform annehmen: dies kann jedoch, abhängig von der Grösse des Scheibchens 20—30 Minuten dauern. Lässt man aber die Temperatur noch um einige Zehntelgrade ansteigen, so entsteht die Tropfenform in kürzester Zeit. Dies ist auch der Fall, wenn man ein neues Scheibchen direct bei der gefundenen Verflüssigungstemperatur einbringt. Dass man es bei der langsamen Erwärmung etwa doch, woran man denken könnte, mit Austrocknung zu thun hat, glaube ich nicht, da dieselbe Gelatine, unmittelbar bei etwas niedrigerer Temperatur eingebracht, nicht zum Schmelzen kommt. Es drängt sich bei der obigen schnellen Entstehung der Tropfenform der Gedanke auf, dass bei dem plötzlichen Temperaturwechsel die von aussen einwirkende Energie einen grösseren Effect zur molekularen Umlagerung zu Stande bringe, als ein langsames Ansteigen der Temperatur.

Es wäre vielleicht richtiger, während des langsamen Ansteigens der Temperatur von Zeit zu Zeit ein frisches Scheibchen (derselben Gelatine) in die Oel-Chloroform-Mischung zu bringen. Praktisch hat dies aber seine Schwierigkeiten, weil beim Herausnehmen des alten und dem Hineinbringen des neuen Scheibchens Temperaturschwankungen auftreten würden.

Bestimmungen.

Nach der angegebenen Methode haben wir nun eine Reihe von Bestimmungen gemacht. Es wurde zunächst, unserem Zwecke der Nährgelatine-Bereitung entsprechend, der Verflüssigungspunkt von 10-proc. Gelatinelösungen festgestellt, welche verschieden lange Zeit strömendem Wasserdampf von 100° ausgesetzt worden waren.

In einem Liter Löffler'scher Bouillon, die auf 65—70° C erwärmt war, wurden 100 g käufliche Gelatine der besten Sorte aufgelöst. Nach einigem Abkühlen wurde das Weisse eines Eies

hinzugefügt und die Mischung mit Kaliumhydrat nahezu neutral und mit Natriumcarbonat alkalisch gemacht. Um die Eiweissstoffe zu fällen, wurde jetzt erwärmt. Dies geschah im Sterilisator, wobei die Temperatur der Gelatine nach 9 Min. 79° C. nach 14 Min. 90° C erreichte. Wir müssen natürlich diese Erwärmung mit in Rechnung bringen, da nach unsern Beobachtungen schon hierbei ein Theil der Gelatine peptonisirt wird. Um wenigstens eine Bestimmung zu ermöglichen, nehmen wir an, dass die Peptonisirung erst beträchtlich wird oberhalb 80° C. Die Gelatine würde also 5 Minuten dem Peptonisirungsprocess ausgesetzt gewesen sein. Nach der Fällung der Albuminate wurde die Gelatine bei ca. 70° C. durch Papier filtrirt und in sterilen Röhrchen aufgefangen. Diese wurden dann bei 100° C. in einen Sterilisator gebracht, und nach verschiedenen Zeiten je 6 Versuchsröhrchen herausgenommen. Zählen wir die obigen 5 Minuten hinzu, so erhalten wir folgende Gelatinearten:

$T\,^1/_3$ =	10 %	Gelatine,	20	Minuten	bei	100° C.
$T\,^2/_3$ =	»	»	40	»	»	»
T 1 =	»	»	60	»	»	»
T 2 =	»	»	120	»	»	»
T 3 =	»	»	180	»	»	»

In der angegebenen Weise wurde die Verflüssigungstemperatur bestimmt; hier zeigte sich nun auffallender Weise bei verschiedenen Versuchen mit derselben Gelatine, dass die Temperaturwerthe sehr auseinanderliefen. So schien es einen Augenblick, als ob der Methode unbekannte Fehler anhafteten, die sie untauglich machten. Aber bei sorgfältiger Abwägung aller Umstände kamen wir zu der Erkenntnis, dass Gelatinescheibchen, welche wir vermittelst eines Messers aus der schon eine Woche aufbewahrten, aber vollständig vor Austrocknung geschützten Gelatine entnommen hatten, stets einen höheren Verflüssigungspunkt besassen als diejenigen, die wir nach Aufschmelzung und Eingiessen in ein Schälchen kurz nach dem Erstarren gewannen.

Durch systematische Versuche fanden wir nun, dass eine ziemlich constante und beträchtliche Differenz für die ver-

schiedenen Arten bestand, und zwar kamen wir zu der Thatsache, dass je längere Zeit nach der Erstarrung verstrichen ist, die Gelatine bis zu einer gewissen Grenze einen desto höheren Verflüssigungspunkt besitzt.

Wissenschaftlich sowie praktisch ist diese Erfahrung sicherlich nicht ohne Bedeutung. Darum haben wir auch für jede Gelatinesorte kürzere und längere Zeit nach der Erstarrung Parallelbestimmungen ausgeführt. Den erhaltenen Werth für diese nennen wir E, für jene E_1, und stellen diese in folgender Tabelle zusammen:

	E:	E_1:
$T^{1/3}$	30,0° C	28,0° C
$T^{2/3}$	28,8° »	27,3° »
T_1	28,2° »	25,9° »
T_2	27,4° »	25,0° »
T_3	26,9° »	23,1° »

Wenn wir der Uebersichtlichkeit halber die Resultate in einer Curve (Fig. 2) festlegen, fällt am meisten auf, dass die Linien für E und E_1 schon bald stark divergiren, und dass die Differenz zwischen den äusseren Werthen immer grösser wird. Es sei hier betont, dass die für die kurz erwärmte Gelatine gefundenen Werthe wohl am wenigsten zuverlässig sind, weil es nicht möglich war, die bei der Bereitung angewendete Anwärmungszeit genau in Rechnung zu bringen. Je länger die Erwärmungszeit im Ganzen wird, desto mehr verschwindet dieser Fehler.

Wir sehen, dass E eine gleichmässig verlaufende, zierliche krumme Linie darstellt, während E_1 als gerade Linie verläuft, die allerdings bei 1 Stunde beträchtlich abfällt. Man sollte eigentlich erwarten, dass E_1, bei der die Sache nicht durch den Einfluss der Zeit complicirt ist, eine völlig gerade sein müsste, weil sie die Resultate einer gleichmässig fortgesetzten Behandlung repräsentirt. Wir glauben denn auch, dass dieser starke Abfall auf irgend einen nicht näher zu ermittelnden Fehler zurückzuführen ist. — Für die ersten 20 Minuten sind in der Tabelle die Verflüssigungspunkte nicht berechnet, weil wir wenigstens einigermaassen sicher die Nährgelatine sterilisiren wollten. Um aber

doch auch für diese erste Zeit den Verlauf der Curve zu bestimmen, haben wir, allerdings auch aus anderen, später zu beschreibenden Gründen, einfache wässerige Gelatinelösungen verwendet, weil in diesen sauren Lösungen ohne weitere Nährstoffe, eine Entwicklung von Keimen viel schwieriger zu Stande kommt, eine Sterilisation durch vorhergehendes Erhitzen also weniger nothwendig ist.

Mehr als die hyperbolische Form der Linie E interessirt uns die Divergenz zwischen E und E_1. Hieraus geht hervor,

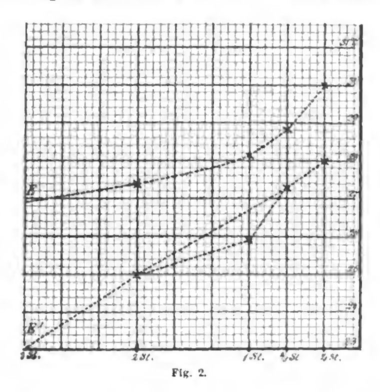


Fig. 2.

wie schon früher bemerkt, dass durch das Aufbewahren der Gelatine ein neuer Factor ausser dem Einfluss der Temperatur für die Festigkeit der Gelatine in Betracht kommt. Auf dem Standpunkte Nägeli's stehend, kann man sich denken, dass unabhängig von der jeweiligen Concentration der Gelatinelösung eine gewisse erste Anzahl von Micellen ausreicht, um das erste Stadium des Festwerdens, das primäre Gerüst, zu bilden.[1]) Je

1) Zur Bestimmung der kleinsten Menge Gelatine, die noch im Stande ist, mit Wasser eine Gallerte zu bilden, stellten wir Lösungen von verschiedenster Concentration her. Diese liessen wir in schräggestellten Reagenz-

älter die Gelatine wird, desto mehr noch disponible Micellen können in Verband untereinander oder mit den alten treten, und so kann man sich vorstellen, dass mit der Zeit die Gelatine fester wird und einen höheren Verflüssigungspunkt erreicht. Es ist allerdings möglich, dass jener Primärzustand nur sehr kurz anhält, nur einige Minuten oder weniger. Diese Auffassung wird auch unterstützt durch die später aufzuzählenden, geringfügigen Unterschiede in dem Verflüssigungspunkte verschiedenprocentiger Lösungen. Gelatine, welche längere Zeit hindurch erwärmt ist, enthält mehr nicht-gallertfähige peptonisirte Micellen. Der Einfluss der Ruhezeit muss also hier ein grösserer sein, als bei Lösungen, die reicher an gelatinirungsfähiger Substanz sind. Diese können durch die nahe Aneinanderlagerung ihrer Micellen diese in leichterer Weise in Verband bringen als jene, bei denen die in grösserer Entfernung voneinander liegenden Micellen Zeit gebrauchen, um sich zu einem festeren Gefüge aneinander zu legen. Wenn wir also einige Zeit nach dem Flüssig- und wieder Festwerden der Gelatine z. B. nach 15 Minuten, den Verflüssigungspunkt bei gelatinereicheren Lösungen bestimmen, dann wird hier nach dieser Zeit eine viel grössere Anzahl von Micellen sich dem Primärgerüste angeschlossen haben als bei Lösungen, die ärmer sind an gallertfähigen Substanzen. Wir finden bei diesen eine Erhöhung des Verflüssigungspunktes erst nach längerer Zeit, darum ist hier der Einfluss der Zeit frappanter, und divergiren die Linien E und E_1.

---

gläschen bei einer Temperatur von 5° C 12 Stunden lang liegen. Es sei hier bemerkt, dass wir zu diesem Zwecke den Wassergehalt der verwandten Gelatine bestimmten und in Uebereinstimmung mit später zu erwähnenden Resultaten einen Gehalt von 18,6% fanden. Für die obigen Lösungen wurde wasserfreie Gelatine in Rechnung gebracht.

Eine Lösung von 0,5% erwies sich noch als fähig, eine Gallerte zu bilden, dagegen hatte eine solche von 0,25% ganz die Eigenschaften einer Flüssigkeit. Aus weiteren Versuchen ging hervor, dass auch eine 0,45 proc. Lösung nicht mehr die Eigenschaft besitzt, auch nicht bei der Temperatur schmelzenden Eises, zu einer Gallerte zu erstarren, so dass eine 0,5 proc. Lösung, die bei einer Temperatur von ca. 9° C flüssig wird, die schwächste Concentration zur Gallertebildung darstellt.

Man könnte auch weiter die Meinung aussprechen, dass zur Auflösung des stärkeren Micellarverbandes älterer Gelatinelösungen, bei denen wir einen höheren Schmelzpunkt gefunden haben, doch eine niedrigere Temperatur genügen würde, wenn man nur dieselbe längere Zeit einwirken lässt. Zahlreiche Versuche indessen zeigten uns, dass dies nicht der Fall war. Selbst tagelange Erwärmung auf und etwas über die Temperatur, bei welcher die frischerstarrte Gelatine eben flüssig wurde, war nicht im Stande, die ältere Gelatinegallerte zur Verflüssigung zu bringen.

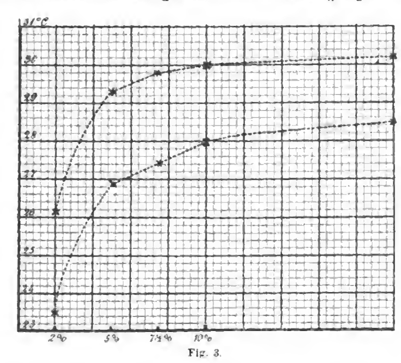


Fig. 3.

Dass ältere Leimgallerten fester sind als jüngere, findet man als kurze Bemerkung, aber ohne irgend welche Angabe, worauf sich seine Meinung stützt, bereits bei Nägeli. Sonst habe ich keinerlei Angaben über diesen Punkt finden können. Was die Zeit anlangt, in welcher die festere Bindung eintritt, so hat in unseren Versuchen nach einem Tage die Gelatine eine Festigkeit erreicht, die dem Maximum sehr nahe liegt. Wir haben wohl eine Reihe von Beobachtungen über die Dauer des Zustandekommens der festen Bindung gemacht, haben aber die Sache nicht bis in ihre Einzelnheiten verfolgt, weil dies uns zu weit über die Grenzen unserer Untersuchungen hinausgeführt hätte.

Da man weiss, dass durch die Erhitzung der Verflüssigungspunkt einer Gelatinelösung infolge der Abnahme der ursprünglichen Gelatinemenge durch Spaltung sinkt, und da man weiter weiss, dass wässerige Leimlösungen, je niedriger ihr Procentgehalt ist, auch einen um so niedrigeren Verflüssigungspunkt haben, so lag es auf der Hand zu untersuchen, ob wirklich ein Paralellismus zwischen diesen beiden Factoren besteht. Wir haben darum mit Löffler'scher Bouillon als Lösungsmittel eine Reihe von Gelatinelösungen von verschiedenem Procentgehalte angefertigt. Die Lösungen wurden in der gewöhnlichen Weise wie die gebräuchliche Nährgelatine dargestellt, und wurden im Ganzen 20 Minuten lang strömendem Dampfe von 100° C ausgesetzt. Wir fanden nun die folgenden Werthe:

			E	E_1
2 % [1]	Gelatine	= P_2	26,1	23,5
5 %	»	= P_5	29,4	26,9
7 ½ %	»	= $P7\frac{1}{2}$	29,8	27,4
10 %	»	= P_{10}	30,0	28,0
20 %	»	= P_{20}	30,2	28,5

Der besseren Uebersicht wegen haben wir auch hier den Gang der Sache in Curven zur Anschauung gebracht (s. Fig. 3).

Es ist nun auffallend, welch ein geringer Unterschied zwischen den verschieden stark procentischen Lösungen innerhalb gewisser Grenzen besteht, und wie wenig Resultate man also mit Bezug auf die Erhöhung des Verflüssigungspunktes durch die Erhöhung des Gelatinegehaltes zu erwarten hat. Erst bei 5 % wird der Einfluss ein grösserer, und fällt die Curve steiler ab. Einen Vergleich zwischen der Procentcurve und der

1) Von der eben erstarrten 2 proc. Gelatine ein brauchbares Scheibchen zu gewinnen, hatte seine Schwierigkeiten, weil es beim Abheben mit dem Spatel immer wieder ineinanderfiel. Wir liessen darum erst auf den Boden eines stark abgekühlten flachen Schälchens einige Stearintropfen fallen und erstarren. Hierauf gossen wir die Gelatine, hoben nach deren Erstarren mit einem Spatel das Stearinsäure-Gelatineblättchen ab und schnitten dann auf einer hölzernen Unterlage ein passendes Scheibchen heraus. Dies wurde in die Oel-Chloroform-Mischung geworfen, in der die Fettsäure schnell aufgelöst und die Gelatine frei wurde.

Erwärmungscurve wollen wir hier noch nicht machen. Aus theils schon früher erwähnten Gründen erscheint es uns angemessener, diese Paralelle bei rein wässerigen Lösungen zu ziehen. Ausserdem haben wir es bei diesen nicht mit Beimischungen von Salzen, Pepton u. s. w. wie bei der Löffler-schen Bouillon zu thun. Wie doch behauptet worden ist, sollen diese Stoffe einen Einfluss auf den Erstarrungspunkt ausüben, und man kann sich vorstellen, dass sie einen Theil des Wassers für sich in Anspruch nehmen, also weniger davon für die Gelatine übrig lassen, wodurch deren Procentgehalt wiederum relativ steigen müsste.

Ehe wir nun zu der Mittheilung der gefundenen Werthe übergehen, wollen wir noch einige Versuche erwähnen, welche wir angestellt haben, um den Einfluss zu constatiren, welchen gespannter Dampf auf das Erstarrungsvermögen der Gelatine ausübt. Wir verwendeten hiefür die obige Gelatine T^1, also eine alcalische Nährgelatine, welche eine Stunde bei 100° C sterilisirt worden war. Wir hielten hiervon einige Röhrchen je 1 Stunde und 2 Stunden lang bei einer Temperatur von 110°. Schon früher war dieselbe Gelatine T_1 bereits einer Temperatur von 100° C 1 und 2 Stunden hindurch ausgesetzt worden, welche Gelatine wir damals als T_2 und T_3 bezeichneten.

Die folgende Tabelle gibt die Resultate:

Verflüssigungspunkt der Gelatine T_1: 28,4 resp. 26,1° C; bei weiterer Sterilisirung:

Dauer des Erwärmens	bei 100° C.	bei 110° C.
1 Stunde	27,6 resp. 25,2	26,4 resp. 21,7
2 Stunden	27,1 resp. 23,3	23,3 resp. 19,2

Wie man sieht, ist die höhere Temperatur von sehr grossem Einfluss auf die Herabsetzung des Verflüssigungspunktes. Man muss also bei der Bereitung der Gelatinenährböden diesem Factor Rechnung tragen.

Schliesslich haben wir noch festzustellen versucht, ob die Reaction der Gelatinelösung auf die Peptonisirung von Einfluss

war, weil wir bei unseren wässerigen Gelatinelösungen eine sauere Reaction hatten. Aus den Versuchen ergab sich, dass dieser Factor nur von untergeordneter Bedeutung ist. Der gefundene Unterschied betrug nur einige Zehntelgrade Celsius. Der Vergleich unserer früheren Resultate mit den Ergebnissen der nun zu schildernden Versuche wird hierdurch also nicht alterirt.

Die wässerigen Lösungen wurden durch Einbringen der genau abgewogenen Quantität Gelatine[1]) in destillirtes Wasser von 50—60° C hergestellt. Die sauere Reaction blieb unverändert, die Flüssigkeit wurde nicht filtrirt, weil wir sonst wieder hätten erwärmen müssen. Wir bereiteten 2, resp. 5, 7½, 10 und 20proc. Lösungen und fanden nun folgende Werthe, die

---

1) Von der gebrauchten Gelatine wurde eine Analyse gemacht. Dabei zeigte es sich, dass mehr Wasser in unserer käuflichen Gelatine enthalten war, als wir anfänglich angenommen hatten. Es fand sich, dass 1,121 g Gelatine bei 102° C bis zum constanten Gewicht getrocknet, schliesslich nur noch 0,910 g wog, also 0,211 g = 18,8% an Gewicht verloren hatte. Nun sind vielleicht andere flüchtige Verbindungen hierbei entwichen, aber sicherlich ist die Gewichtsabnahme überwiegend auf Wasserverlust zurückzuführen. Auch der Aschegehalt wurde bestimmt, und wir fanden, dass die 1,121 g Gelatine nach dem Glühen, bis Gewichtsconstanz eintrat, 22 mg Asche hinterliessen, entsprechend 1,96%. Bei einem zweiten Versuch gaben 1,387 g Gelatine 27 mg Asche = 1,95%. Die Asche bestand bei näherer Untersuchung zum grossen Theile aus Sulfaten.

Wir müssen also bei der Beurtheilung unserer Befunde damit rechnen, dass, wo wir von 10proc. Lösungen sprechen, diese eigentlich nur ca 8% feste Gelatine enthalten. Wir behalten jedoch mit Rücksicht auf den Zweck unserer Versuche die für die käufliche Gelatine giltigen Concentrationszahlen bei.

Doch wollen wir nicht unterlassen, hier in einer Tabelle den Schmelzpunkt der Gelatine wie oben, aber für die Concentrationen anzugeben, welche auf die wasser- und aschefreie Leimsubstanz in destillirtem Wasser gelöst, bezogen sind:

Concentration	E	E_1
1,6 %	27,3	24,3
4,1 »	31,0	28,5
6,0 »	31,6	29,0
8,0 »	31,8	29,5
16,0 »	32,1	30,4.

wir wieder mit E und E_1 bezeichnen und auch in Curven (s. Fig. 4) darstellen:

	E	E_1
P_2	27,3	24,3
P_5	31,0	28,5
$P7^1/_2$	31,6	29,0
P_{10}	31,8	29,5
P_{20}	32,1	30,4

Wie bei den Bouillon-Gelatinelösungen bestimmten wir auch bei wässerigen den Einfluss der Temperatur bei einem

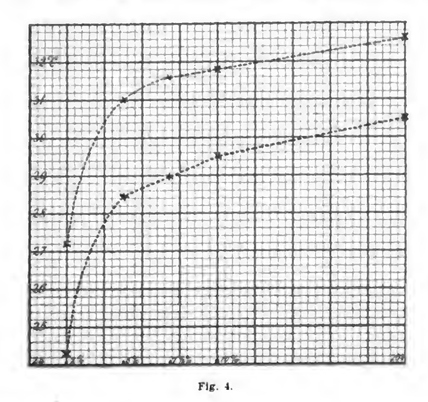


Fig. 4.

Gehalte von 10%. Es wurden 10 g Gelatine in 100 g destillirtes Wasser von ca. 50° C gebracht und bis zur alkalischen Reaction Natrium-Carbonat zugefügt. Diese Reaction war nach vierstündigem Verbleib in strömendem Dampfe von 100° C noch erhalten. Wir richteten die Sache so ein, dass 15 Röhrchen mit Gelatine von 35° C in strömendem Dampf von 100° gebracht und daraus je 3 Röhrchen nach ½—1—2—3 und 4 Stunden entnommen wurden. Die Zeit, die nöthig war, um die

Röhrchen von 35° auf 100° C zu bringen [1]), würde bei den am kürzesten erwärmten am meisten in Rechnung zu bringen sein. Wir haben aber die Einbeziehung dieses Factors bei unserer Tabelle unterlassen, weil wie aus den später zu vermeldenden Versuchen hervorgehen wird, die Correction nicht so gross ist, dass sie bei den graphischen Darstellungen im gebrauchten Maassstabe noch erkennbar sein würde:

	E	E_1
T_0	31,8	29,5
$T_{1/2}$	29,7	28,5
T_1	28,6	27,5
T_2	27,5	24,4
T_3	26,2	22,4
T_4	24,8	20,2.

Die Darstellung in einer Curve gibt Fig. 5.

Auch hier fällt wieder auf, dass die Differenz der Verflüssigungspunkte der älteren und frischen Gelatine nach längerer Erwärmung grösser wird, wie wir dies auch schon früher fanden. Die Differenz zwischen E und E_1 bei $T_{1/2}$ und T_1 beträgt etwas mehr als 1°, bei T_2 schon 3°, bei T_3 3,8° und endlich bei T_4 4,6° C

Hier zeigt sich also so recht deutlich der grosse Einfluss der Zeit, welcher den noch nicht peptonisirten Gelatinetheilchen gestattet, sich zu einem Verbande zu ordnen, der an Festigkeit die anfängliche weit überragt. Man kann hieraus den Schluss ziehen, dass auch bei bacteriologischen Arbeiten die eventuelle

1) Ich möchte an dieser Stelle bemerken, dass in unserem Laboratorium bei der Sterilisation der mit Nährmedien beschickten Röhrchen grundsätzlich besondere, von Prof. Forster construirte Röhrchenträger gebraucht werden. Sie sind, in Abweichung von den vielfach üblichen Stativen, so eingerichtet, dass die Röhrchen — je nach der Grösse der Träger in einer Zahl von etwa 30 oder 50 in voller Ladung — nicht enge geschlossen aneinander stehen, und dass nach dem Einbringen des Trägers in kochendes Wasser etc. dieser rasch rund gedreht werden kann, ohne dass die Röhrchen dabei ihren festen Stand verlieren. Dadurch wird (vergl. die in unserem Laboratorium gemachten Untersuchungen von van Geuns, Archiv für Hygiene, Bd. IX, S. 369, und de Man, Ebendaselbst, Bd. XVIII, S. 133) eine rasche, gleichmässige Erwärmung der in den Röhrchen enthaltenen Flüssigkeit erzielt.

Verflüssigung der Gelatine, die längere Zeit vor der Impfung sterilisirt und bewahrt wurde, sich anders verhält, als wenn sie direct nach dem Erstarren gebraucht wird. Dies ist beispielsweise bei Stichculturen von Cholerabacillen etc. im Auge zu behalten.

Es folgt weiter aus dieser Tabelle, dass durch 4-stündige Erhitzung bei 100° C die Verflüssigungstemperatur der 10-proc.

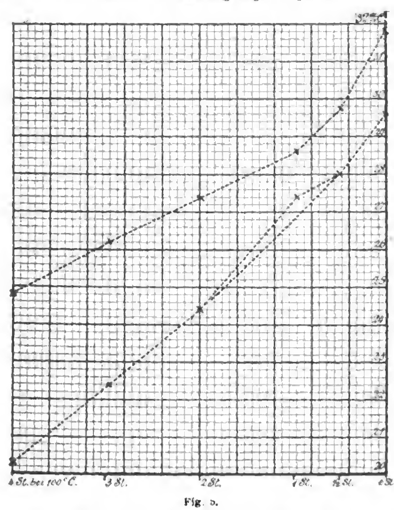


Fig. 5.

Gelatinelösung (bei E und E_1) von 31,8 resp. 29,5 auf 24,8 resp. 20,2° C. heruntersank, d. h. 7 resp. 9,3° C. durchschnittlich, also pro Stunde 1,75 resp. 2,3° C. Wenn wir die Curven als gerade Linien betrachten, was für E_1 wohl ganz, und für E von T_1 bis T_4 annähernd genau ist, dann lässt sich auf Grund unserer Ergebnisse der Satz aufstellen: dass durch längeres Erwärmen bei 100° C eine 10-proc. Gelatinelösung pro Stunde ungefähr um 2° in ihrem Erstarrungsvermögen

herabgesetzt wird. Der Unterschied hierbei zwischen älterer und frischerer Gelatine beträgt ca. ½° C pro Stunde. Nur für die erste Stunde der Erwärmung ist dies nicht zutreffend, wofür ich aber keine näheren Gründe anführen kann.

Es liegt nun nahe, die Curven, die wir einmal bei den Versuchen über die Einwirkung der Temperatur auf gleichprocentige Gelatine, und das andere Mal bei der Verwendung verschiedenprocentiger Lösungen erhalten haben, mit einander zu vergleichen. Direct vergleichbar sind die Curven nicht, weil bei der graphischen Darstellung die Grössen für die Zeit und Procenteinheiten ganz willkürlich angenommen sind; man konnte ja von vornherein nicht wissen, wie gross dieselben sein müssen, um die Curven unmittelbar vergleichen zu können.

Nimmt man die Gleichheit der Curven für Procentgehalt und Erwärmungseinfluss an, dann kommt man zu dem überraschenden Resultat, dass eine 10-procentige Gelatinelösung, die zwei Stunden bei 100° C erhitzt ist, im Verflüssigungspunkt mit einer 2-proc. nicht erwärmten übereinstimmt, d. h. also, dass in zwei Stunden ⅘ der ursprünglichen Gelatine peptonisiert ist. Erwägt man aber hierbei noch, dass die Peptone, wie schon früher bemerkt, vermuthlich einen den Verflüssigungspunkt erhöhenden Einfluss besitzen, dann muss die Menge der unveränderten Gelatine noch geringer sein. Weil nun aber die vier Stunden lang erwärmte 10-proc. Gelatine noch bei einer Temperatur von ca. 20° resp. 24,5° flüssig bleibt, muss angenommen werden, dass die letzten, nicht peptonisirten, zwei Procente Gelatine der Peptonisirung einen grösseren Widerstand entgegengesetzt haben.

Wir haben auch weiter versucht, auf chemischem Wege das Verhältnis zwischen Leim- und Peptongehalt nach verschieden langer Erwärmung zu bestimmen. Es ist uns aber bis jetzt nicht gelungen, eine brauchbare Methode zu finden. Wie gross auch die physikalischen Unterschiede zwischen diesen beiden Substanzen sind, so haben sie doch chemisch die meisten Eigenschaften gemein. Von den angestellten Versuchen, die noch fortgesetzt werden sollen, will ich nur Einiges erwähnen. Wir

haben u. a. darnach gestrebt, die bekannte Eigenschaft der Gelatine, mit Kaliumbichromat unter Zutritt actinischen Lichtes unlöslich zu werden, zu verwenden. Es stellte sich jedoch heraus, dass auch Leimpepton, durch mehr als 20-stündiges Kochen des Leimes mit viel Wasser erhalten, am Licht eine nicht mehr lösliche Verbindung mit dem genannten Salze bildet. Das Kaliumbichromat war also, wie verschiedene andere Stoffe, nicht als Trennungsmittel zu gebrauchen.

Man könnte nun denken, dass es möglich wäre, nach der Anfangs erwähnten Hofmeister'schen Methode aus der Menge der Semiglutinplatin-Verbindung die Quantität der nicht veränderten Gelatine zu berechnen. Jedoch scheitert die Anwendung dieser Methode daran, dass wir in unserem Falle die noch stets gelatinirfähige Lösung erwärmen müssen, wodurch der Peptonisirungsprocess fortgesetzt würde. Ausserdem ist das Auswaschen und Filtriren einer solchen viscösen Flüssigkeit mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Wir erhielten denn auch nur sehr ungenaue Resultate, die hier mitzutheilen ich unterlassen kann.

Schlussfolgerungen.

Es sei mir gestattet, an dieser Stelle in Kürze die, im Laufe unserer Untersuchungen gemachten Erfahrungen, welche bei der Bereitung von Nähr-Gelatine zweckmässig in Rechnung gebracht werden müssen, zusammen zu stellen.

1. Durch die bei der Herstellung künstlicher Gelatinenährböden angewandte Erwärmung auf 100° mittelst strömenden Dampfes etc. wird je nach der Zeit dieser Erhitzung der Verflüssigungspunkt der Gelatine dauernd erniedrigt.

2. Die Reaction ist nicht von nennenswerthem Einfluss auf diese Erniedrigung. Dagegen bewirkt das Ueberschreiten einer Temperatur von 100° C ein rapides Sinken des Verflüssigungspunktes.

3. Die Erniedrigung des Verflüssigungspunktes beträgt pro Stunde Erwärmung bei 100° C durchschnittlich 2° C. Für Gelatine, welche nach dem einmaligen Erstarren einige Zeit aufbewahrt wurde, ist die Erniedrigung pro Stunde um einen Viertel-

grad geringer; für solche, die unmittelbar nach Aufschmelzung und Wiedererstarrung gebraucht wird, ein Viertelgrad C mehr.

4. Wird eine Gelatinelösung flüssig gemacht, wieder zum Erstarren gebracht und einige Tage aufbewahrt, so steigt ihr Verflüssigungspunkt nicht unbeträchtlich in die Höhe. Je länger die Gelatine vorher auf 100° erhitzt war, desto mehr tritt diese Erhöhung in die Erscheinung.

5. Der Gelatinegehalt selbst hat oberhalb 5 bis 6 % relativ wenig Einfluss auf den Verflüssigungspunkt; unterhalb 5 % spielt dieser Factor eine grosse Rolle.

6. 10-proc. Gelatine, welche zwei Stunden bei 100° C sterilisirt worden ist, erhält durch diese Einwirkung einen Verflüssigungspunkt, der übereinstimmt mit dem einer überhaupt nicht erwärmten zweiprocentigen Lösung. Auch ohne dass man die vielleicht vorhandene erhöhende Wirkung der Leimpeptone in Anrechnung bringt, sind nach einer Sterilisation von zwei Stunden 4/5 der ursprünglichen Gelatine so verändert, dass sie das Erstarrungsvermögen verloren haben.

7. Die letzten Reste der Gelatine setzen wahrscheinlich der Peptonisirung einen grösseren Widerstand entgegen und bleiben also länger unverändert.

Methode zur Herstellung 10 proc. Gelatine mit hohem Verflüssigungspunkte.

Die angestellten Untersuchungen haben die zahlenmässige Begründung für die Zweckmässigkeit der von Prof. Forster eingeführten und seit Jahren in seinem Laboratorium geübten Herstellung einer Nährgelatine mit hohem Schmelzpunkte geliefert. Die inzwischen in die Literatur[1]) übergegangene Darstellungsmethode derselben ist die folgende:

Ein Liter Löffler'sche Bouillon, die vorher bereitet und sterilisirt in Vorrath gehalten wird, wird, am besten in einem Theekessel, auf eine Temperatur von etwa 60° C erwärmt und

1) Vergl. Levy und Wolf, Bacteriologisches Notiz- und Nachschlagebuch, S. 12, Strassburg, 1897.

darin 100 g der käuflichen Gelatine aufgelöst. Die nun sauer gewordene Lösung wird mit Kaliumhydroxyd bis zur schwach sauren Reaction versetzt und mit concentrirtem Natriumcarbonat alkalisch gemacht. Alsdann wird der etwas abgekühlten Flüssigkeit das Weisse eines Eies zugefügt. Der Kessel wird nun in kochendes Wasser (in einem hohen Kochtopfe) eingestellt und die gleichmässige Erwärmung der zähen Flüssigkeit dadurch beschleunigt, dass diese mit einem Löffel gut umgerührt wird. Man erreicht dadurch, dass die ganze flüssige Nährgelatine in etwa 3 Minuten auf 98 bis 99° C erhitzt ist. Nun wird, nach nochmaliger Controlle der Reaction, der Deckel des Kochtopfes, in dem der Kessel mit Gelatine sich befindet, lose aufgelegt und 15 Minuten lang auf 100° erhitzt. Gefässe und Geräthschaften, mit denen hiebei die einmal geschmolzene Gelatine in Berührung zu kommen hat, werden nur zur Gelatinebereitung gebraucht und vorher sterilisirt. Hierauf wird die Gelatine im Warmwassertrichter, der zweckmässig so gewählt wird, dass die ganze Gelatinemasse auf einmal eingefüllt werden kann, filtrirt. Bei der Filtration ist es meist ebenfalls nöthig, Trichter, Filtrirpapier, Sammelkolben und Abzapfvorrichtung vorher zu sterilisiren. Die Temperatur des Wassers im Warmwassertrichter darf während der Filtration 60° C nicht überschreiten. Zur Vermeidung der Condensation von Wasser an den obern Theilen des Trichters etc. wendet Prof. Forster einen besonders construirten Warmwassertrichter an, der einen mit Wasserdampf gesättigten, geschlossenen Luftraum darstellt, in welchen der, mit einem Metalldeckel bedeckte Trichter mit Filter eingefügt ist. Besitzt man diesen Apparat nicht, und filtrirt man in einem der gewöhnlichen, käuflichen Warmwassertrichter, so hat man darauf zu achten, dass bei offenem Trichter eine Eindickung der Gelatine durch Wasserverdampfung, oder bei bedecktem Trichter an der bedeckenden Glasplatte etc. eine Condensation von Wasser erfolgt, das sich begreiflicher Weise allmählich auf die Gelatine im Filter aufschichtet. Man hat deshalb die ganze Flüssigkeit, die sich auf dem Filter befindet, bis auf die letzten Reste in einen einzigen Kolben zu filtriren. In diesem wird dann nach Ablauf der

Filtration das Filtrat gut gemischt und nun die so erhaltene gleichmässige Masse der Nährgelatine in sterilisirte Culturröhrchen vertheilt. Nach der Vertheilung werden die Gelatineröhrchen in dem früher erwähnten Stativ in kochendem Wasser oder strömendem Dampfe 17 bis 20 Minuten lang auf 100° erhitzt.

Man erhält auf solche Weise stets sterile Nährgelatine, wenn man nur Sorge trägt, dass während des ganzen Verfahrens nicht etwa widerstandsfähige Sporen, insbesondere aus der Gruppe der Heu- oder Kartoffelbacillen, in die Gelatine gelangen. Mit einiger Sorgfalt kann dies übrigens vermieden werden; insbesondere ist es nach den Erfahrungen in unserm Institute nöthig, die Culturröhrchen, speciell wenn sie vorher zur Züchtung von sporenbildenden Bacterien gebraucht wurden, vor deren Sterilisirung mit concentrirter Schwefelsäure zu reinigen. Wollte man eine Gelatine mit Sporen, beispielsweise von Bac. mesentericus ruber, sterilisiren, so müsste man sie etwa 5 bis 6 Stunden lang und bei der sog. fractionirten Sterilisation nach Untersuchungen, welche Herr Baert in Prof. Forster's Institut ausgeführt hat, im Ganzen 3 bis 4 Stunden lang auf 100° erhitzen. Eine so lange Erhitzung aber würde den Verflüssigungspunkt der Gelatine nach den oben geschilderten Versuchen bis unter die praktische Verwendbarkeit herabsetzen.

Die in obiger Weise bereitete Nähr-Gelatine besitzt, wenn man sie 24 Stunden stehen lässt, einen Verflüssigungspunkt, der zwischen 29° und 30° C liegt. Bei der Anlage von Platten ist der Schmelzpunkt am ersten Tage etwa 27°. Wollte man auch bei Platten den höheren Schmelzpunkt haben, so müsste man dieselben, bevor man sie in den Brutschrank bringt, erst etwa 24 Stunden in der Kälte aufbewahren.

Wie bekannt, werden in den meisten Laboratorien die Gelatineculturen unter oder höchstens bei 22° gezüchtet. Es ist dies auch nothwendig, weil die, in der gewöhnlichen Weise[1]) dargestellte Gelatine infolge der längeren Erwärmung einen bedeutend niedrigeren Verflüssigungspunkt besitzt als die unserige.

---

1) Siehe z. B. Günther, Einführung in das Studium der Bact., 1896.

Unsere Culturschränke für die Gelatineculturen werden in der Regel auf einer Temperatur von 24—25° gehalten.

Das Verfahren der Bereitung einer Nährgelatine mit hohem Schmelzpunkte ist von Prof. Forster schon früher, namentlich auch mit Rücksicht auf diejenigen seiner Schüler ausgearbeitet worden, welche etwa später in den, in den Tropen gelegenen niederländischen Colonien Bacterienzüchtungen auszuführen beabsichtigten. Von gleichem Gesichtspunkte ausgehend, hat Eijkmann[1]) eine Methode zur Bereitung der Nährgelatine angegeben, die sich ebenfalls auf die Erfahrungen über die Erniedrigung des Erstarrungspunktes der Gelatine, unter dem Einflusse der Erhitzung, stützt. Auch er bestrebt sich deshalb, die Gelatine so wenig wie möglich zu erwärmen. Hiezu filtrirt er die flüssig gemachte Gelatine bei Zimmertemperatur, deren Höhe in Indien häufig ± 30° C beträgt. Die Filtration bei einer derartigen Temperatur ist aber bei uns, vom praktischen Standpunkte aus betrachtet, beinahe nicht durchführbar. Dazu kommt, dass auch bei Bruttemperatur (37°) die Gelatine sich nur Tropfen auf Tropfen durch das Filter drängt; das Füllen eines einzigen Röhrchens dauert dabei selbst einige Minuten. Eijkmann sterilisirt dann die Röhrchen durch fractionirte Erwärmung, und zwar so, dass er dieselbe am 1., 2., 3., 5. und 7. Tag, je 5 Minuten in den Dampftopf bringt. Auf Grund unserer Versuche glaubten wir aber einigen Zweifel hegen zu müssen, dass der Verflüssigungspunkt, wie Eijkmann angibt, auf 30—33° C auf diese Weise gebracht werden kann. Wir haben genau nach seiner Vorschrift Gelatine dargestellt, und fanden dabei für die längere Zeit aufbewahrten Röhrchen einen Erstarrungspunkt von nicht ganz 30° C. Aeltere Strichculturen flossen bereits bei einer Temperatur von 30° C innerhalb einer Stunde ineinander, während frische, für Strichculturen hergestellte Gelatine dies schon innerhalb 5 Minuten bei 28° C that. Eijkmann sagt, wenn es nicht gelänge, den Verflüssigungspunkt bis auf 30° C hinauf-

1) Geneeskundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indië, 1889, Bd. XXIX, S. 68.

zuführen, so liege es an der Qualität der Gelatine. Es ist zweifellos, dass verschiedene Gelatinen sich verschieden verhalten können, und so ist es nicht unmöglich, dass der Verfasser bessere Gelatine zu seiner Verfügung hatte als wir. Allerdings wurde auch unsererseits stets die beste, im Handel befindliche Gelatine verwendet.

In dem Momente, in dem ich zu der Veröffentlichung der in dem hygienischen Laboratorium der Universität Amsterdam ausgeführten Untersuchungen schreiten kann, ist es mir eine erste und angenehme Pflicht, Herrn Prof. Forster für die Anregung zu der vorliegenden Arbeit, sowie für die freundschaftliche Hilfe während der Ausführung derselben meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Amsterdam und Strassburg, Juli 1897.

115

Ueber die Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces bei natürlicher und künstlicher Ernährung während der ersten Lebenswoche.

Von

Dr. **Magnus Blauberg.**

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Einleitung.

Während wir über den allgemeinen Stoffwechsel beim Säuglinge — wenigstens beim älteren — dank den unermüdlichen und sehr verdienstvollen Arbeiten Camerer's, sowie durch die Untersuchungen Ahlfeld's, Biedert's, Heubner's und vieler anderen Autoren verhältnismässig gut unterrichtet sind, wissen wir speciell über den Mineralstoffwechsel beim Säuglinge so gut wie nichts. Und doch hat die Kenntnis davon, wie der Organismus des Säuglinges die Mineralbestandtheile der ihm zugeführten Nahrung ausnützt, resp. verwerthet, nicht nur rein theoretischen Werth, sondern auch hohes praktisches Interesse. Denn es ist eine Erfahrungsthatsache, dass gewisse, dem Säuglingsalter eigene Erkrankungen, — so z. B. die Rhachitis — im causalen Zusammenhang mit Störungen des Mineralstoffwechsels stehen. Wenn man auch heutzutage weit davon entfernt ist, die Rhachitis nur auf eine ungenügende Resorption der Kalksalze seitens des wachsenden Organismus zurückzuführen, wenn man vielmehr weiss, dass hiebei wesentlich auch andere Factoren mitwirken, so lässt sich doch immerhin ein gewisser Zusammenhang zwischen dem gestörten Mineralstoffwechsel und bestimmten, tiefgreifenden Veränderungen im Organismus des Säuglings nicht leugnen.

In den Fällen, wo uns bei der Säuglingsernährung Frauenmilch zur Verfügung steht, werden wir mit dergleichen Schwierigkeiten nicht zu rechnen haben, denn die Frauenmilch wird in der Regel vom Säuglinge gut vertragen und liefert ihm alle zum Aufbau seines Körpers nöthigen Stoffe, und zwar im richtigen Verhältnisse. Ganz anders gestaltet sich die Sachlage bei der künstlichen Säuglingsernährung, die — wie man wohl ruhig aussprechen kann — heutzutage immer mehr und mehr an Umfang gewinnt und der alljährlich viele Tausende von Säuglingen zum Opfer fallen.

Nach eingehendem Studium der Frage kommt man aber zu der Ueberzeugung, dass die Schädlichkeiten, welche die Ersatzmittel der Frauenmilch als solche bedingen, verschwindend gering sind gegenüber denjenigen, welche durch unzweckmässige Zubereitung resp. Verabreichung dieser Ersatzmittel geschaffen werden, denn die Verdünnung der Kuhmilch, — welch' letztere ja hauptsächlich bei der künstlichen Säuglingsernährung in Betracht kommt — ist durchaus nicht immer eine zweckmässige. Ferner müssen auch die Schädlichkeiten, welche durch ungenügende Reinlichkeit beim Gewinnen und Verfüttern der Milch hervorgerufen werden, zu den wesentlichen Ursachen der ungünstigen Erfolge bei der künstlichen Kinderernährung gerechnet werden. Ganz besondere Beachtung verdienen die verschiedenen »Zusätze«, die bei der künstlichen Kinderernährung in Anwendung kommen und unter denselben vor Allem die Zusätze von Mineralbestandtheilen. Man ist hierin soweit gegangen, dass einige Fabrikanten direct den Gehalt ihrer Präparate an »Knochen und Gehirn« bildenden Stoffen u. s. w. angeben und sogenannte »Nährsalze« in den Handel bringen, welche den Zweck haben sollen, einem anormalen Mineralstoffwechsel beim künstlich ernährten Säuglinge vorzubeugen.

In den meisten Fällen hat man sich bei der Zusammenstellung dieser Präparate entweder von rein empirischen Anschauungen leiten lassen, oder man ist von allgemeinen theoretischen Gesichtspunkten ausgegangen. Das Eine sowohl wie das Andere ist wenig oder gar nicht geeignet, eine Frage zu ent-

scheiden, über welche nur das Experiment die nöthige Aufklärung bringen kann, denn es ist zur Genüge bekannt, dass beim Säuglinge, besonders während des ersten Lebensjahres, nicht unwesentliche Abweichungen im Stoffwechsel gegenüber dem Erwachsenen bestehen.

Bei einer Reihe von Untersuchungen, die ich über die chemische Zusammensetzung etc. verschiedener Kindernahrungsmittel angestellt habe,[1]) musste ich mich davon überzeugen, dass eine objective Beurtheilung dieser Präparate, speciell des Zusatzes von Mineralstoffen, den die meisten derselben erfahren haben, sehr schwierig ist, da in der speciellen Litteratur fast keine Angaben darüber vorhanden sind, wie der Säugling normaliter die verschiedenen Mineralstoffe ausnützt. Dieser Umstand veranlasste mich, nicht nur die untersuchten Präparate mit grosser Reserve zu beurtheilen, sondern auch, unter Anderem, eingehende Untersuchungen der Säuglingsfäces bei natürlicher und künstlicher Ernährung vorzunehmen.

An dieser Stelle soll nur kurz über die Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces berichtet werden, umsomehr da ich in einer früheren Arbeit[2]) solche Untersuchungen in Aussicht gestellt habe. Eine zusammenfassende Beschreibung der Chemie der Säuglingsfäces mit Berücksichtigung der Untersuchungsmethoden, sowie der Vorgänge der Darmfäulnis u. s. w. erscheint demnächst in einer im Druck befindlichen Monographie.[3])

Die Untersuchungen, über welche hier mitgetheilt werden soll, hatten den Zweck, nur eine vorläufige — wenn man so sagen darf — qualitative Orientirung über den Mineralstoffwechsel beim Säuglinge während der ersten Lebenswoche bei natürlicher und künstlicher Ernährung zu geben; sie bilden eine Vorarbeit zu den eigentlichen Untersuchungen über den Mineralstoffwechsel, die ich demnächst in Prof. Rubner's Laboratorium ausführen werde.

---

1) Siehe meine drei Aufsätze im Archiv für Hygiene, Bd. XXVII und Bd. XXX.

2) Siehe Archiv f. Hygiene, Bd. XXX.

3) Experimentelle und kritische Studien über Säuglingsfäces etc. Berlin. Hirschwald.

Da Stoffwechsel-Untersuchungen bei Säuglingen mit grossen Schwierigkeiten verknüpft sind und daher nicht in grosser Anzahl ausgeführt werden können, so erschien es geboten, vorher durch specielle Versuche Aufklärung über verschiedene Einzelheiten an einer möglichst grösseren Anzahl von Beispielen zu erbringen.

Entnahme und Vorbereitung der Fäces.

Jeder, der sich mit der Untersuchung von Säuglingsfäces beschäftigt hat, weiss, wie schwierig es ist, bei Säuglingen die Tagesmenge des ausgeschiedenen Kothes mit einiger Genauigkeit zu bestimmen, da dieselben bekanntlich einige Male während des Tages den Koth, und zwar mit Urin vermengt, entleeren. Theilweise lässt sich diesem Uebelstande dadurch abhelfen, dass man durch Einführung eines Analthermometers oder auch — wie ich es anfangs bei meinen Versuchen gemacht habe — durch Einführung eines weichen Bougies Defäcation hervorruft.

Späterhin habe ich aber weder die eine noch die andere Methode benutzt, sondern direct spontane Defäcationen abgewartet. — Der entleerte Koth wurde sofort sorgfältig mit einem Hornlöffel von den Windeln abgenommen und in eine Petrische Schale gebracht. Da ich keine Wasserbestimmungen im Säuglingskoth zu machen beabsichtigte, so haben mich die Wassermengen, die in die Windeln hineingerathen sein konnten, weiter nicht interessirt.

Die Fäces wurden dann mit einem Glasspatel thunlichst gut durchgemischt, vorsichtig in der Schale in einer dünnen Schicht ausgebreitet und dann auf dem Wasserbad solange getrocknet, bis eine ganz feste Masse resultirte.

Diese Masse wurde vorsichtig von dem Boden der Glasschale abgekratzt und in einem Mörser gut durchgemischt, darauf wieder in die Schale zurückgethan und dann bei einer Temperatur von 96—98 ° C. bis zur möglichsten Gewichtsconstanz getrocknet.

Diejenigen Proben, welche sehr viel Fett enthielten, wurden, nachdem sie in der Glasschale auf dem Wasserbade zur Trockne

eingedampft waren, vorsichtig in einen Porzellanmörser gebracht und auf ein mässig erwärmtes Wasserbad gestellt, wobei das Fett schmolz und so eine gute Mischung der Probe, resp. der verschiedenen Proben, leicht möglich war.

Die so vorbereitete Probe diente, nachdem sie bis zur möglichsten Gewichtsconstanz getrocknet war,[1]) als Ausgangsmaterial für die einzelnen Bestimmungen. Der Wassergehalt der Probe betrug in der Regel ca. 1%, was natürlich immer genau bestimmt und bei der Rechnung berücksichtigt wurde.

Was die chemischen Untersuchungsmethoden anbetrifft, so finden sich in der oben citirten Monographie die nöthigen Angaben. Hier möchte ich nur bemerken, dass die Methoden der Aschenanalyse, welche ich bei anderer Gelegenheit in diesem Archiv[2]) beschrieben habe, vielfach modificirt und abgeändert wurden.

Analytischer Theil.

Im Ganzen sind 8 Analysen von Säuglingskoth ausgeführt, nämlich 5 Koth-Analysen von Säuglingen, die mit Frauenmilch ernährt wurden und 3 von solchen, deren Nahrung in Kuhmilch bestand. Diese 8 Analysen bringen aber die Durchschnitts-Zahlen von mehr als 50 verschiedenen Kothproben, weil jede der 8 untersuchten Proben eine Mischprobe des Kothes von 6—8 Säuglingen darstellt.

Da ich es mir zur Aufgabe gemacht hatte, eine möglichst vollständige Analyse der Mineralbestandtheile des Säuglingskothes auszuführen und auch die Untersuchung der organischen Bestandtheile nach Möglichkeit berücksichtigen wollte, so ist es begreiflich, dass die geringen Mengen Trockensubstanz, die der

---

1) Eine grössere Menge fetthaltiger Substanz, besonders Säuglingsfäces, ganz auszutrocknen hat bekanntlich seine Schwierigkeiten, hauptsächlich dann, wenn wie bei den Säuglingsfäces (besonders bei Kuhmilchnahrung) die ganze Masse zu einem Brei schmilzt, aus welchem natürlich geringe Wassermengen nur schwer zu entfernen sind, wenn man einer Zersetzung des Fettes thunlichst vorbeugen möchte.

2) Archiv f. Hygiene, Bd. XXVII, S. 141—147.

Neugeborene täglich während der ersten Lebenswoche durch den Koth ausscheidet, dazu nicht ausreichen konnten.

Um über grössere Mengen Untersuchungsmaterial zu verfügen, habe ich dann immer die Entleerungen von 5—6 Säuglingen zusammengemischt und diese Mischung der Untersuchung unterworfen. Hierbei wurde aber stets darauf Gewicht gelegt, dass nur Fäces von Säuglingen desselben Alters, von möglichst gut entwickelten und gleich alten, ganz gesunden, Müttern zur Mischung kamen. Ich glaube, dass mir dieses bis zu einem gewissen Grade gelungen ist. Auch darf man wohl annehmen, dass durch die Mischung der Proben die Resultate nur an Bedeutung gewonnen haben, denn die 8 Analysen stellen, wie schon oben bemerkt, die Durchschnittszahlen von ca. 50 bis 55 Proben dar.

Auf die Schilderung der geburtshilflichen Details etc. brauche ich mich hier wohl nicht einzulassen. — Im Betreffe des Gesundheitszustandes der Mütter und der Säuglinge sei kurz bemerkt, dass nur bei vollständigem Wohlbefinden beider die Fäces des Säuglings zur Untersuchung kamen. — Was den Icterus neonatorum anbetrifft, so muss ich bemerken, dass ich nur solche Säuglinge zu Versuchen herangezogen habe, die keine deutlichen Zeichen dieser unter den Neugeborenen so verbreiteten und noch nicht genügend erklärten Erkrankung zeigten. Uebrigens ist das noch bei der Beschreibung der einzelnen Probe besonders hervorgehoben.

I. Analysen von Säuglingskoth bei Frauenmilchnahrung.

1. Koth von 5 Säuglingen, die mit der eigenen Mutter Milch ernährt wurden. — Vollständig gesunde Säuglinge, keine deutlichen Zeichen von Icterus neonatorum, Mütter ebenfalls ganz gesund. —

Der Koth war zähe, nicht dünnflüssig, eher etwas dunkelgelb gefärbt; Geruch sauer, nicht fötid, Reaction sauer. Spontane Entleerungen vom 6.—7. Tage nach der Geburt. Kinder ruhig. —

Die gut gemischte Mittelprobe ergab in der Trockensubstanz:

Gesammtasche = 9,27 %.

Die Reaction der Asche war gegen neutrales Lakmuspapier sehr deutlich alkalisch, auf Zusatz von HCl dil. brauste sie stark auf. Von der Asche lösten sich in verdünnter HCl 6,17, während 3,10 ungelöst blieben, die auch durch die Einwirkung von verdünnter (5 %) Natronlauge nur wenig beeinflusst wurden, indem von derselben 2,63 nicht gelöst wurden. Auch Wasser entzog der Asche nur geringe Mengen löslicher Mineralstoffe, es blieben nämlich 8,63 ungelöst, das sind 93,09 % der Gesammtasche.

An einzelnen Bestandtheilen enthielt die in HCl lösliche Asche:

K_2O	= 0,950	$FePO_4$	= 0,298
Na_2O	= 0,323	Cl_2	= 0,203
CaO	= 1,925	SO_3	= 0,219
MgO	= 0,502	P_2O_5	= 0,806.

2. Koth von 5 vollständig gesunden Säuglingen, Mütter ebenfalls gesund. Kinder ruhig, keine deutlichen Anzeichen von Icterus neonatorum. — Der Koth war grösstentheils zähe, zusammenhängend, in 3 Fällen goldgelb, in 2 — etwas grünlich verfärbt. Geruch sauer, nicht fötid, Reaction ebenfalls sauer. Spontane Defäcationen vom 6. Tage nach der Geburt. —

In der Trockensubstanz sind enthalten:

Gesammtasche 14,34 %.

Die Asche zeigt gegen empfindliches neutrales Lakmuspapier sehr deutliche alkalische Reaction und braust mit verdünnter HCl stark auf. Beim Behandeln mit verdünnter Salzsäure gehen von der Gesammtasche 8,34 (= 58,18 %) in Lösung, während 6,00 (= 41,82 %) ungelöst bleiben; von letzteren gehen dann beim Behandeln mit 5 % NaOH noch 0,5 in Lösung. Es lösen sich also 5,50 von der Gesammtasche (= 38,35 %) weder in verdünnter Salzsäure, noch in 5 % Natronhydratlösung. — Beim Behandeln mit Wasser bleiben 11,81 g ungelöst, was 82,3 % der Gesammtasche ausmacht. —

An einzelnen Bestandtheilen sind in der in HCl löslichen Asche enthalten:

K_2O	= 1,48	$FePO_4$	0,258
Na_2O	= 0,142	Cl_2	= 0,222
CaO	= 2,87	SO_3	= 0,243
MgO	= 0,495	P_2O_5	= 1,122.

3. Koth von 6 Säuglingen, die sämmtlich gesund und gut entwickelt waren und keine deutlichen Zeichen von Icterus neonatorum zeigten. Auch hier war der Koth nicht immer von goldgelber Farbe, nämlich in 2 Fällen war er grünlich gelb, in zwei anderen Fällen eher hellgrün verfärbt, und nur 2 Proben waren von ausgesprochener goldgelber Farbe.

Geruch sauer, durchaus nicht fötid, Reaction sauer. Spontane Defäcationen vom 6.—7. Tage nach der Geburt. —

In der Trockensubstanz sind enthalten:

Gesammtasche	15,02 %
Löslich in HCl dil.	5,92
Unlöslich in HCl dil.	9,10
Unlöslich in 5 % NaOH	8,61

Die lösliche Asche besteht aus:

K_2O	= 0,703	$FePO_4$	= 0,252
Na_2O	= 0,142	Cl_2	= 0,192
CaO	= 1,77	SO_3	= 0,248
MgO	= 0,770	P_2O_5	= 0,761.

4. Koth von 7 gesunden Säuglingen, ohne Anzeichen von Icterus neonatorum. — 3 Proben goldgelb, 2 — deutlich grünlich verfärbt, 2 — gelbgrün. Consistenz gut, salbenartig, etwas zähe, Geruch deutlich sauer, Reaction stark sauer. Spontane Defäcationen vom 5.—6. Tage nach der Geburt.

Der trockene Koth enthält:

Gesammtasche	13,55 %
Löslich in HCl dil.	6,17
Unlöslich in HCl dil.	7,38
Unlöslich in 5 % NaOH	6,75.

Die lösliche Asche enthält:

K_2O	= 0,939	$FePO_4$	= 0,151
Na_2O	= 0,456	Cl_2	= 0,250
CaO	= 1,65	SO_3	= 0,283
MgO	= 0,522	P_2O_5	= 0,607.

5. Koth von 9 gesunden Säuglingen ohne deutliche Anzeichen von Icterus neonatorum. 5 Proben goldgelb, eine deutlich grün, 3 — gelbgrün. Geruch deutlich sauer, nicht fötid, Reaction ebenfalls sauer. Consistenz grösstentheils gut, salbenartig, zähe, nur in 2 Fällen etwas dünnflüssig. Vom 6.—7. Tage nach der Geburt.

Im trockenen Koth sind enthalten:

Gesammtasche	11,14 %
Löslich in HCl dil.	6,04
Unlöslich in HCl dil.	5,10
Unlöslich in 5 % NaOH	4,47
Unlöslich in H_2O	9,80.

Die Reaction der Asche ist, ebenso wie bei den vorhergehenden Proben, deutlich alkalisch; mit HCl starkes Aufbrausen.

In der löslichen Asche sind enthalten:

K_2O	= 0,894	$FePO_4$	= 0,208
Na_2O	= 0,242	Cl_2	= 0,242
CaO	= 1,88	SO_3	= 0,232
MgO	= 0,500	P_2O_5	= 0,593.

II. Analysen von Säuglingskoth bei Kuhmilchnahrung.

6. Koth von 8 Säuglingen, die künstlich ernährt wurden. Kinder nicht icterisch, Koth grösstentheils deutlich grün verfärbt, Reaction sauer, Geruch unangenehm, wenn auch nicht fötid. Der Koth ist im Grossen und Ganzen nicht von so guter Salbenconsistenz wie bei den natürlich ernährten Säuglingen; nicht selten haben die Entleerungen einige Aehnlichkeit mit gehackten Eiern, auch sind sie häufiger dünnflüssig, als es bei der natürlichen Ernährung vorkommt. Vom 6.—7. Tage nach der Geburt.

Die Trockensubstanz enthält:

Gesammtasche	15,62 %
Löslich in HCl dil.	9,27
Unlöslich in HCl dil.	6,35
Unlöslich in 5 % NaOH	5,60
Unlöslich in H_2O	13,88

Die Reaction der Asche ist deutlich alkalisch; mit Säuren braust sie stark auf.

Die lösliche Asche besteht aus:

K_2O	= 1,09	$FePO_4$	= 0,104
Na_2O		Cl_2	= 0,251
CaO	= 2,93	SO_3	= 0,230
MgO	= 0,600	P_2O_5	= 1,44.

7. Koth von 4 Säuglingen ohne deutliche Zeichen von Icterus neonatorum. — Entleerungen zum grossen Theil grün verfärbt; Reaction sauer, Geruch unangenehm, aber nicht fötid. Consistenz theils salbenartig, zähe, theils dünnflüssiger. 2 Entleerungen haben sehr grosse Aehnlichkeit mit gehackten Eiern — Vom 6. Tage nach der Geburt. —

In der Trockensubstanz sind enthalten:

Gesammtasche	17,12
Löslich in HCl dil.	10,42
Unlöslich in HCl dil.	6,70
Unlöslich in 5% NaOH	6,00
Unlöslich in H_2O	15,00.

Reaction der Asche etc. wie bei Nr. 6.

Die lösliche Asche besteht aus:

K_2O	= 1,23	$FePO_4$	= 0,185
Na_2O		Cl_2	= 0,245
CaO	= 2,90	SO_3	= 0,318
MgO	= 0,584	P_2O_5	= 1,46.

No. 8. Koth von 4 Säuglingen, bei denen keine Anzeichen von Icterus neonatorum vorhanden waren. Die Eigenschaften des Kothes sind dieselben wie bei Nr. 7. — Spontane Defäcationen vom 6.—7. Tage nach der Geburt. —

Die Trockensubstanz enthält:

Gesammtasche	16,50 %, davon
Löslich in HCl dil.	14,33
Unlöslich in HCl dil.	2,17
Unlöslich in 5% NaOH	2,07
Unlöslich in H_2O	14,90

Die lösliche Asche besteht aus:

K_2O	= 1,47	$FePO_4$	= 0,192
Na_2O		Cl_2	= 0,310
CaO	= 6,37	SO_3	= 0,332
MgO	= 0,563	P_2O_5	= 2,34.

Reaction der Asche etc. wie bei Nr. 7.

Der besseren Uebersicht wegen sind die Analysenresultate in folgender Tabelle zusammengestellt.

Tabelle I.

(Die Zahlen bedeuten Gramm in 100 g der Trockensubstanz.)

Bestandtheile	Nr. I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Gesammtasche .	9,27	14,34	15,02	13,55	11,14	15,62	17,12	16,50
Lösl. in verd. HCl	6,17	8,34	5,92	6,17	6,04	9,27	10,42	14,33
Unlösl.	3,10	6,00	9,10	7,38	5,10	6,35	6,70	2,17
» in 5% NaOH	2,63	5,50	8,61	6,75	4,47	5,60	6,00	2,07
» in Wasser	8,63	11,81			9,80	13,88	15,00	14,90
K_2O	0,950	1,48	0,703	0,939	0,894	1,09	1,23	1,47
Na_2O	0,323	0,142	0,142	0,456	0,242			
CaO	1,925	2,87	1,77	1,65	1,88	2,93	2,90	6,37
MgO	0,502	0,495	0,770	0,522	0,500	0,600	0,584	0,563
$FePO_4$	0,298	0,258	0,252	0,152	0,208	0,104	0,185	0,192
Cl_2	0,203	0,222	0,192	0,250	0,242	0,251	0,245	0,310
SO_3	0,219	0,243	0,248	0,283	0,232	0,230	0,318	0,332
P_2O_5	0,806	1,122	0,761	0,607	0,593	1,44	1,46	2,34

Besprechung der Analysenresultate.

Im Nachfolgenden bespreche ich zunächst die Analysen von Frauenmilchkoth und Kuhmilchkoth getrennt, sodann soll auf etwaige Verschiedenheiten in der Zusammensetzung hingewiesen werden.

I. Säuglingskothe bei Frauenmilchnahrung.

Da unsere 5 Analysen von Säuglingskoth bei Frauenmilchnahrung, im Grunde genommen, die Mittelzahlen von ca. 40 verschiedenen Proben angeben, so werden wir mit genügender Wahrscheinlichkeit annehmen dürfen, dass diejenigen Bestandtheile, welche in den angeführten Analysen grössere Schwank-

ungen zeigen, solche auch im Allgemeinen in den Säuglingsfäces aufweisen müssen. Ferner lehrt eine einfache Ueberlegung, dass wir beim Aufstellen der Mittelwerthe diejenigen Analysen berücksichtigen müssen, welche besser unter einander stimmen, wogegen die grössere Abweichungen zeigenden Angaben als Maxima, resp. Minima, aufzufassen sein werden. Hierbei wäre allerdings hervorzuheben, dass in den einzelnen Fällen die Schwankungen natürlich noch viel grössere sein können. —

Bei der Beurtheilung der Schwankungen, welche die Mineralstoffe in den verschiedenen Proben aufweisen, werden wir natürlich — da die betreffenden Säuglinge ausser Muttermilch keine andere Nahrung bekommen haben — uns vor allen Dingen klar zu machen haben, welchen Schwankungen die Salze in der Frauenmilch unterworfen sind. Leider verfügen wir in dieser Beziehung nur im Betreffe der Kali- und Natronsalze über ausführliche Studien. Was die übrigen Mineralbestandtheile der Frauenmilch anbetrifft, so müssen wir uns mit theoretischen Anschauungen begnügen, da die anorganischen Bestandtheile der Frauenmilch überhaupt nur sehr selten untersucht sind. Dass aber bedeutende Schwankungen vorkommen können, mag aus den hier mitgetheilten Zahlen von Baumm und Jllner erhellen. Genannte Autoren geben für die Mineralbestandtheile der Milch die Grenzwerthe 0,16—0,360 % an, im Mittel 0,227 % (aus 72 Analysen).[1]

Soweit wir die Litteratur übersehen können, sind überhaupt nur von Schwarz, Wildenstein und Bunge quantitative Analysen der Frauenmilchasche ausgeführt.[2] Die Analyse von Schwarz ist nach unbekannter Methodik ausgeführt, die von Wildenstein, nach Bunge's Angaben, bis auf die Alkalibestimmung richtig. An dieser Stelle seien nur die exacten Analysen von Bunge angeführt.

1) Sammlung klinischer Vorträge, begründet von R. Volkmann. N. F Nr. 105. Die Frauenmilch, deren Veränderlichkeit etc.

2) Citirt nach Bunge, der Kali-Natron und Chlorgehalt der Milch etc. Zeitschrift für Biologie, Bd. X, S. 295—335.

Tabelle II.

Bestandtheile	A	B
K_2O	0,7799	0,7029
Na_2O	0,2315	0,2570
CaO	0,3281	0,3427
MgO	0,0636	0,0654
Fe_2O_3	0,0039	0,0058
P_2O_5	0,4726	0,4685
Cl_2	0,4377	0,4450

Tabelle II giebt in A die Mineralbestandtheile einer Frauenmilch (14 Tage nach der Entbindung) bei 4tägiger fast kochsalzfreier Nahrung an, während die unter B angeführten Zahlen sich auf die Milch derselben Versuchsperson bei 3tägiger fast gleichbleibender Nahrung mit einem täglichen Zusatz von 30 g Kochsalz beziehen.

Tabelle III bringt die betreffenden Werthe in %.

Tabelle III.

	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	F_2O_3	P_2O_5	Cl_2
A	35,15	10,43	14,79	2,87	0,18	21,30	19,73
B	32,14	11,75	15,67	2,99	0,27	21,42	20,35

Die angeführten Zahlen bedürfen vorerst keiner Commentirung, um so mehr, da wir bei der Besprechung der Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces auf die Bedeutung der einzelnen Salze noch kurz einzugehen gedenken. Hier sei nur bemerkt, dass Bunge keine Sulfate in der Milchasche fand, während nach Musso und F. Schmidt [1]) Spuren davon in der Milch enthalten sind, die sich nach Eingaben von Natriumsulfat in den Versuchen Schmidt's steigerten.

Wenn wir zunächst die Mittelwerthe für die Gesammtasche der Säuglingsfäces berechnen, so finden wir aus II, III und IV 14,30 % oder 13,51 %, wenn wir Probe V auch berücksichtigen; das Minimum wäre dann zu 9,27 % (Probe I), das Maximum zu 15,02 % (Probe II) anzunehmen.

1) Citirt nach Hoppe-Seyler, Physiol. Chemie, S. 733.

Folgende Tabelle giebt über die Menge der in HCl löslichen Asche Aufschluss.

Procent der Gesammtasche, löslich in HCl.

I	II	III	IV	V
66,56	58,16	39,41	45,53	54,21

Im Mittel (aus II, IV und V) = 52,63 % oder mit III — 49,33 %. Maximum = 66,56 %, Minimum 39,41 %. Man sieht, dass im Mittel die Hälfte der Gesammtasche in verdünnter Salzsäure unlöslich ist und die Werthe in den einzelnen Fällen sich in breiten Grenzen bewegen.

Ueber die einzelnen Bestandtheile der Kothasche beim Säugling lässt sich nur wenig sagen, denn unsere Kenntnisse vom Mineralstoffwechsel des Säuglings sind noch äusserst lückenhaft. Eine mehr oder weniger vollkommene Lösung dieser Frage wäre nur dann möglich, wenn wir sowohl über genaue Mineralanalysen des Kothes und Harnes der Säuglinge, als auch über die Zusammensetzung der Gesammtasche derselben verfügen würden.[1]) —

Die in verdünnter Salzsäure lösliche Asche der Säuglingsfäces enthält an einzelnen Bestandtheilen in %:

K_2O.

I	II	III	IV	V
15,4	17,75	11,87	15,22	14,80

Der Gehalt der löslichen Asche an K_2O beträgt also im Mittel 15,00 %, das Maximum — 17,75, das Minimum — 11,87. Das Minimum fällt hier auf Nr. III, entsprechend der geringsten Menge der in HCl löslichen Asche, wogegen bei den anderen Proben eine Verschiebung eingetreten ist. Im Grossen und

1) An dieser Stelle kann nicht näher darauf eingegangen werden, und sind hierüber besonders Bunge's Arbeiten (citirt in seinem Lehrbuch der physiologischen Chemie) einzusehen. — Siehe auch meinen Aufsatz im Archiv f. Hygiene, Bd. XXX »Ueber die chemische Zusammensetzung einiger Nährsalze, nebst kurzen Angaben über die Bedeutung der Mineralstoffe für den Organismus«.

Ganzen geht aus diesen Zahlen hervor, dass der Gehalt der Kothasche an K_2O scheinbar nicht grossen Schwankungen unterworfen ist.

Grundzach[1]) fand in der Kothasche eines Erwachsenen bei gemischter Kost

$$K_2O = 12{,}0\,\%.$$

In der Asche der Frauenmilch fand Bunge[2]) 35,15 % K_2O (bei fast kochsalzfreier Nahrung) und 32,14 K_2O bei Einnahme von 30 g Kochsalz pro die.

Man ersieht aus den angeführten Zahlen ohne Weiteres, dass die Asche der Frauenmilch viel reicher an Kalisalzen ist, als die Fäces der mit Frauenmilch genährten Säuglinge. Es wird also ein nicht unerheblicher Theil der Kalisalze resorbirt, was sehr leicht erklärlich, wenn man berücksichtigt, dass der wachsende Organismus der Kalisalze zur Ausbildung der an Kali reichen Musculatur und rothen Blutkörperchen bedarf, und zwar in relativ grösserer Menge als der Erwachsene.

Der Gehalt der löslichen Asche an Na_2O ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Na_2O.

I	II	III	IV	V
5,23	1,70	2,40	7,39	—

Die Schwankungen sind so erhebliche, dass ich es unterlasse, Mittelwerthe zu berechnen, ist doch der Maximalwerth fast 4½ Mal so gross, als der Minimalwerth. Dieses darf nicht Wunder nehmen, da auch in der Frauenmilchasche, nach den Untersuchungen Bunge's, das Verhältnis der beiden Alkalien zwischen 1,3 und 4,4 Aeq. K_2O auf 1 Aeq. Na_2O gefunden ist. Die grossen Schwankungen in den einzelnen Fällen können ferner durch rein individuelle Eigenheiten erklärt werden, denn es unterliegt ja keinem Zweifel, dass gerade das Natriumchlorid bei der Entstehung des Magensaftes eine hervorragende Rolle

1) Zeitschrift für klin. Medicin, Bd. XXIII, S. 70—79.

2) a. a. O., S. 316.

spielt, ferner besonders reichlich im Blutplasma enthalten ist, im Pancreassecrete, in der Galle — alles Umstände, die zweifelsohne auch bei Säuglingen sehr grossen individuellen Schwankungen unterworfen sein können.

In der Asche der Frauenmilch erhielt Bunge[1]) 10,43 bis 11,75 % Na_2O. Grundzach[2]) fand in der Asche eines mit gemischter Kost genährten Erwachsenen 3,821 %. Dass die Natronsalze, besonders die Chloride, sehr leicht resorbirt werden, bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung. — Auf den Umstand, wie die Kochsalzzufuhr in der Nahrung der Mutter auf die Menge der Alkalien in der Milch einwirkt, kann hier nur hingewiesen werden und ist Näheres darüber bei Bunge (Physiolog. Chemie) einzusehen. — Berechnet man aus den oben angeführten Zahlen das Mittel, so findet man, dass auf 1 Na_2O 3,6 K_2O kommen, ein Verhältnis, das den oben angeführten Zahlen von Bunge sehr nahe kommt.[3])

Ca O.

I	II	III	IV	V
31,20	34,41	30,0 %	26,74	31,12

Mittel = 31,15, Maximum —34,41; Minimum —26,74 %.

Aus den angeführten Zahlen geht hervor, dass der Kalkgehalt der verschiedenen Kothproben nur innerhalb ganz geringer Grenzen schwankt, ja fast in allen Proben, mit Ausnahme von Probe II und IV, die gleichen Mengen aufweist.

In der Asche des Kothes eines mit gemischter Kost ernährten Erwachsenen fand Grundzach (a. a. O.) 29,25 % CaO. Es ist bekannt, dass das Ca sich fast in allen Theilen der thierischen Organe findet, besonders stark vertreten in den Knochen und der Zahnsubstanz, in geringer Menge aber wohl

1) a. a. O., S. 316.
2) a. a. O.
3) Ueber die Bedeutung des Kochsalzes für den Organismus sind Bunge's exacte Untersuchungen (angeführt in seinem Lehrbuch der physiologischen Chemie) einzusehen. Kurze Angaben finden sich in meinem Aufsatze über Nährsalze, Archiv f. Hygiene, Bd. XXX.

auch in jeder thierischen Flüssigkeit. Im Kothe ist es, nach Hoppe-Seyler, an Schwefelsäure, organischen Säuren, CO_2 oder Phosphorsäure gebunden.

Die Bedeutung der Kalksalze für den wachsenden Organismus ist genügend gewürdigt, und es würde mich zu weit führen, wollte ich an dieser Stelle darauf eingehen. Nähere Angaben über die Ausnützung der Kalksalze seitens des Säuglings finden sich u. A. bei Uffelmann[1]), hier sei nur gesagt, dass die Kalksalze der Frauenmilch vom Säuglinge bis zu 78 % ausgenützt werden.

Mg O.

I	II	III	IV	V
8,14	5,93	13,00	8,46	8,27

In den Proben I, IV und V sind fast die gleichen Mengen Magnesia enthalten, während Probe II das Minimum mit 5,93 und Probe III das Maximum mit 13,00 aufweist. Der Mittelwerth (aus allen 5 Proben) berechnet sich zu 8,75%.

Grundzach (a. a. O.) fand in der Kothasche eines Erwachsenen (bei gemischter Kost) 7,57 % MgO.

Es ist bekannt, dass das Mg ein steter Begleiter des Ca ist und als phosphorsaures Salz, phosphorsaure Ammoniak-Magnesia, sowie als Seife in den Fäces gewöhnlich reichlich enthalten ist. Auch das Mecomium enthält phosphorsaure Magnesia.

In der Asche der Frauenmilch sind nach Bunge (a. a. O.) 2,87—2,99 % Mg O enthalten.

$FePO_4$ und Fe_2O_3

	I	II	III	IV	V
$FePO_4$	4,83	3,1	4,24	2,46	3,44
Fe_2O_3	2,55	1,64	2,24	1,30	1,82

1) Deutsches Archiv für klin. Medicin, Bd. 28. Daselbst auch Forster's Arbeiten citirt. Ferner siehe: Forster, Beiträge zur Kenntnis der Kalkresorption im Thierkörper (Archiv f. Hygiene, Bd. II, S. 385—411); kritische Besprechung früherer Arbeiten. Munk und Uffelmann, Ernährung des gesunden und kranken Menschen, und Bunge, a. a. O., daselbst auch Literaturangaben.

Wenn man diese Zahlen betrachtet, so fällt es auf, dass Probe I und III sich wesentlich von den anderen Proben durch einen höheren Eisengehalt unterscheiden.

Der mittlere Gehalt an Fe_2O_3 (aus Probe II, IV und V) beträgt = 1,59 %; das Mittel von allen Proben 1,91 %. Grundzach fand (a. a. O.) in der Kothasche des Erwachsenen 2,445 %. In der Asche der Frauenmilch fand Bunge (a. a. O.) 0,18—0,27 %.

Ich halte es für nöthig, darauf hinzuweisen, dass Probe I und III sehr viel Gallenfarbstoffe enthielten, eine Thatsache, die vielleicht den relativ höheren Gehalt der beiden Proben an Fe_2O_3 bis zu einem gewissen Grade erklären könnte. Wenn nun auch die Galle nicht viel Eisen enthält, so ist es doch nicht zu leugnen, dass sie nächst dem Blute das eisenreichste Secret ist, denn in den übrigen thierischen Flüssigkeiten und Geweben kommen kaum Spuren von Eisen vor.

Die Hauptmenge des Fe wird bekanntlich durch den Koth ausgeschieden, durch den Harn verlassen nur minimale Spuren den Körper. Daher gestattet auch die Menge des im Kothe gefundenen Eisens ein annähernd richtiges Urtheil über die ausgeschiedene Menge desselben.

Dass der wachsende Organismus relativ mehr Fe bedarf als der Erwachsene, ist ohne Weiteres klar, denn, wenn auch zum Muskelansatze nur Spuren davon verwendet werden, so sind doch zum Aufbau der rothen Blutkörperchen nicht unbedeutende Mengen nöthig. —

Vergleicht man die in der Frauenmilch gefundenen Eisenmengen mit den in den Säuglingsfäces (bei ausschliesslicher Muttermilchnahrung) gefundenen Werthen, so muss auffallen, dass mit den Fäces verhältnismässig viel Fe ausgeschieden wird, während in der Frauenmilch nur sehr geringe Mengen davon enthalten sind. Es steht dieser Umstand auch in scheinbarem Widerspruche mit dem von Bunge (durch exacte Aschenanalysen der Milch und des Gesammtorganismus) erbrachten Beweise, »dass das Verhältnis der verschiedenen anorganischen

Stoffe zu einander in der Milch fast genau dasselbe ist, wie im Gesammtorganismus des Säuglings« (Bunge)[1]).

Nach dieser kurzen Ablenkung von der eigentlichen Eisenfrage, die hier der Wichtigkeit halber aber erwünscht erschien, wende ich mich zu einer Besprechung des Eisengehaltes der Säuglingsfäces.

Es geht, wie schon bemerkt wurde, aus den Bestimmungen des Eisengehaltes der Säuglingsfäces hervor, dass letztere verhältnismässig viel Eisen im Vergleich zur Frauenmilch, die ihnen

---

1) Ich führe hier eine interessante Tabelle Bunge's an, welche die quantitative Zusammensetzung der Asche einiger säugender Thiere und ausserdem die der Hundemilch, des Hundeblutes und Hundeblutserums angiebt.

100 Theile Asche enthalten	Saugende junge Thiere			Hundemilch	Hundeblut	Hundeblutserum
	Kaninchen	Hund	Katze			
K_2O	10,8	8,5	10,1	10,7	3,1	2,4
Na_2O	6,0	8,2	8,3	6,1	45,6	52,1
CaO	35,0	35,8	34,1	34,4	0,9	2,1
MgO	2,2	1,6	1,5	1,5	0,4	0,5
Fe_2O_3	0,23	0,34	0,24	0,14	9,4	0,12
P_2O_5	41,9	39,8	40,2	37,5	13,3	5,9
Cl_2	4,9	7,3	7,1	12,4	35,6	47,6

Aus dieser Tabelle Bunge's geht hervor, dass in der Zusammensetzung der Milchasche und Gesammtasche beim Hunde erhebliche Differenzen nur in der Menge des Kali-Natron-Chlor und Eisengehaltes bestehen.

Für diese Differenzen finden sich aber leicht Erklärungen. Was zunächst den grösseren Gehalt der Milchasche an Kali und den geringeren Gehalt derselben an Natron, gegenüber der Gesammtasche anbetrifft, so hat Bunge den Beweis erbracht, dass das Thier immer relativ kalireicher und natronärmer wird, welchen Umstand derselbe Autor in Zusammenhang mit dem Muskelwachsthum und der relativen Abnahme des natronreichen Knorpels bringt. Auch für den grösseren Gehalt der Milchasche an Chlor, gegenüber der Gesammtasche des Organismus, findet sich, wie wir unten sehen werden, eine Erklärung. — Aus der Tabelle Bunge's ersehen wir ferner, dass die Zusammensetzung des Blutes und des Blutserums beim Hunde sehr erhebliche Differenzen sowohl gegenüber der Milch als auch der Gesammtasche aufweist.

als einzige Nahrung diente, enthalten. Auch Bunge[1]) fand in einer Analyse, bei welcher er einen Hund wenige Stunden nach der Geburt einäscherte (ohne dass der Hund gesogen hatte) folgende Zahlen.

Neugeborener Hund.

K_2O	11,42	Fe_2O_3	0,72
Na_2O	10,64	P_2O_5	39,42
CaO	29,52	Cl_2	8,35.
Mg	1,82		

Die Zusammensetzung der Milchasche der Hündin, von welcher das Junge stammte, war folgende:

K_2O	14,98	Fe_2O_3	0,12
Na_2O	8,80	P_2O_5	34,22
CaO	27,24	Cl_2	16,90.
MgO	1,54		

Man sieht, dass in der Milchasche der Hündin nur 1/6 von der in der Gesammtasche des neugeborenen Hundes enthaltenen Eisenmenge vorhanden war.

Die Lösung dieses Wiederspruches bringt Bunge in folgenden Worten: »Der Säugling bekommt seinen Eisenvorrath für das Wachsthum der Organe schon bei der Geburt mit auf den Lebensweg.« Und man wird stark versucht, sich der Erklärung Bunge's anzuschliessen, wenn man die experimentellen Daten, aus denen er diese Ansicht schöpft, erwägt. Genannter Autor fand nämlich, dass der Gehalt des Gesammtorganismus an Eisen bei der Geburt am höchsten ist, und mit dem Wachsthum des Thieres allmählich abnimmt, was aus Folgendem ersichtlich ist.

Auf 1 kg des Körpergewichtes kommen nach Bunge:

Kaninchen, gleich nach der Geburt getödtet . .	120 mg Fe
Kaninchen, 14 Tage alt	44 » »
Hund, 10 Stunden alt	112 » »
Hund, aus demselben Wurfe, 3 Tage alt	96 » »

1) Zeitschrift f. physiolog. Chemie, Bd. 13, S. 399. — Lehrbuch der physiol. Chemie, S. 98.

Hund, aus einem anderen Wurfe, 4 Tage alt . . 75 mg Fe
Katze, 4 Tage alt . . . . 69 » »
Katze, 19 Tage alt . . . . , ... 47 » » [1])

Leider ist es mir nicht möglich, an dieser Stelle die Frage von der Resorption der Eisensalze zu behandeln, so sehr sich dieselbe auch aufdrängen mag, weil das mich zu weit führen würde. Zudem sind die Ansichten darüber noch sehr verschieden. Es sei hier nur kurz bemerkt, dass Bunge's verdienstvolle Arbeiten, so wie die während der letzten Jahre aus dem pharmakologischen Institute zu Dorpat (Prof. Kobert), erschienenen zahlreichen Mittheilungen wesentlich zur Klärung dieser Frage beigetragen haben. [2])

Die lösliche Asche der Säuglingsfäces enthält an Chlor in %:

I	II	III	IV	V
3,29	2,66	3,24	4,05	4,00

Die angeführten Zahlen zeigen, dass der Gehalt der 5 Proben an Chlor (mit Ausnahme von Probe II) nicht grosse Schwankungen aufweist. Im Mittel ist er gleich 3,45, das Maximum — 4,05, das Minimum — 2,66.

Grundzach (a. a. O.) fand in der Kothasche eines Erwachsenen 0,344 % Cl. Die Asche der Frauenmilch enthält nach den Analysen Bunge's 19,75—20,35 %.

1) Im besten Einklange mit diesen Zahlen stehen die folgenden Bestimmungen des Eisengehaltes der blutfreien Lebern eines neugeborenen und zweier ausgewachsener Hunde.

Auf 100 Gewichtstheile der bei 110° C. getrockneten Leber kommen

Neugeborener Hund . . . . 391 mg Fe
Ausgewachsene Hunde { 1 . . 78 » »
{ 2 . . 43 » »

Siehe auch: St. Zaleski, Zeitschr. f. phys. Chemie, Bd. 10, S. 453, 1886.

2) Die zahlreiche Litteratur über diesen Gegenstand findet sich gut zusammengestellt in den Arbeiten von Lipski, Samojloff, Damaskin, Romberg, Busch, Anselm u. s. w., die sämmtlich in der Arbeit Medaljes, »Ueber den Einfluss einiger organischer Eisenverbindungen auf die Bildung und Ausscheidung des Gallenfarbstoffes«, Inaugural-Dissertation, Dorpat 1894, citirt und zum Theil kurz besprochen sind. Daselbst auch weitere Literaturangaben.

Die Menge der Chloride in den Fäces ist eine geringe, was ihrer leichten Resorptions- und Diffusionsfähigkeit vollkommen entspricht, denn es werden in der Regel verhältnismässig grosse Mengen dieser Salze durch den Harn ausgeschieden.[1]) Die stickstoffhaltigen Endproducte des Stoffwechsels können nicht einfach als wässerige Lösung zur Ausscheidung gelangen; es müssen stets auch Chloride mit diffundiren (Bunge). Die Chloride werden dann auch noch zur Bereitung der Verdauungssecrete verwandt und bilden einen beständigen und wesentlichen Bestandtheil aller thierischen Flüssigkeiten. — — —

Ueber den SO_3-Gehalt der löslichen Asche der Säuglingsfäces giebt die folgende Tabelle Aufschluss.

I	II	III	IV	V
3,55	2,91	4,19	4,58	3,84

Das Mittel beträgt 3,81 %, das Maximum — 4,58 %, das Minimum 2,91 %.

Aus der Menge der im Kothe gefundenen schwefelsauren Salze bekommt man keine richtige Vorstellung von der Intensität der Ausscheidung der durch die Milch eingeführten Sulfate.

Da die Frauenmilch nur Spuren von Sulfaten enthält, so ist es klar, dass die Quelle derselben in dem Eiweissmolekül zu suchen ist, dessen S in den Geweben zu Schwefelsäure oxydirt wird und den Körper theils in Form von Sulfaten, theils in Form ätherschwefelsaurer Salze verlässt. Weil nun die Menge der ausgeschiedenen Sulfate von der Menge des zerfallenen Eiweisses abhängt, letzteres aber im Organismus des Säuglings einer relativ intensiveren Metamorphose anheimfällt, so ist es klar, dass der Organismus des Säuglings (caeteris paribus) mehr Sulfate ausscheiden wird, als der Erwachsene.

Die aus dem Eiweiss gebildete Schwefelsäure wird sowohl durch die kohlensauren Alkalien, als auch durch das beim Ab-

1) Nur in pathologischen Fällen, so bei der croupösen Pneumonie z. B., können die Chloride bisweilen im Harne fehlen (Bunge, a. a. O., S. 98 und 427).

bau des Eiweisses sich abspaltende Ammoniak für den Organismus unschädlich gemacht. —

Die lösliche Asche der Säuglingsfäces enthält P_2O_5 in %:

I	II	III	IV	V
13,06	13,45	12,84	9,83	9,87

Im Mittel = 11,81%, das Maximum weist Probe II mit 13,45% auf, das Minimum beträgt 9,83%.

Grundzach (a. a. O.) fand in der Kothasche eines Erwachsenen 13,76 % P_2O_5; Bunge giebt für die Asche der Frauenmilch 21,30—21,42 % P_2O_5 an, während derselbe Autor in der Asche der Kuhmilch 24,75 % fand. — Die Phosphate werden vom wachsenden Organismus sowohl zum Ansatz der an phosphorsaurem Kali reichen Muskelsubstanz, als auch überhaupt zur Regeneration der zelligen Elemente verwendet. Kalk- und Magnesiaphosphat bilden den grössten Theil der Körperasche; fast die ganze Menge des Kalkes (gegen 97—99 %) und gegen ³/₄ der Magnesia (ca. 70 %) sind im Skelett enthalten, während in den Weichtheilen nur geringe Mengen Kalks, aber allerdings wieder mehr Magnesia enthalten ist.[1])

Ueber den Bedarf des wachsenden Organismus an Erdphosphaten hat Forster Mittheilungen gemacht, auf die hier nur hingewiesen werden soll.[2])

II. Säuglingskothe bei Kuhmilchnahrung.

Bei der Besprechung dieser Proben kann ich mich kürzer fassen, da die Bedeutung der einzelnen Mineralstoffe bei den vorhergehenden Proben verhältnismässig ausführlich erfolgt ist.

Die Gesammtasche enthält in verdünnter Salzsäure lösliche Bestandtheile:

VI	VII	VIII
59,84	60,86	86,84

1) Siehe hierüber Heiss, Zeitschrift für Biologie, Bd. 12.

2) Munk und Uffelmann, die Ernährung des gesunden und kranken Menschen, S. 89.

Die für Probe VI und VII erhaltenen Werthe stimmen sowohl unter sich, als auch mit dem bei Frauenmilchkoth gefundenen Mittelwerthe (siehe Seite 128), was darin seine Erklärung finden dürfte, dass die Kuhmilch ja gewöhnlich in dem nöthigen Maasse verdünnt wird. Probe VIII unterscheidet sich sehr erheblich von den beiden anderen Proben, und es sind hier zwei Erklärungen möglich: 1. konnte die Kuhmilch nicht genügend verdünnt sein und 2. ist es nicht ausgeschlossen, dass die betreffenden Säuglinge die Kalksalze besonders schlecht ausnützten, was gelegentlich vorkommen kann.

Den Procentgehalt der löslichen Asche an den verschiedenen Bestandtheilen ersieht man aus der Tabelle V, während Tabelle IV den Gehalt der Kuhmilch an verschiedenen Mineralstoffen angibt.

Tabelle IV.

	K_2O	Na_2O	CaO	MgO	Fe_2O_3	P_2O_5	Cl_2
Auf 1000 Milch kommen .	1,76	1,10	1,599	0,210	0,0035	1,974	1,697
Auf 100 Milch-Asche kommen	22,14	13,91	20,05	2,63	0,04	24,75	21,27

Tabelle V.

	K_2O	CaO	MgO	$FePO_4$	Cl_2	SO_3	P_2O_5
VI	11,75	31,60	6,47	1,12	2,7	2,5	15,53
VII	11,80	27,83	5,6	1,77	2,35	3,05	14,01
VIII	10,25	44,45	3,92	1,34	2,16	2,32	16,3

In der procentualen Zusammensetzung der einzelnen Proben ist kein wesentlicher Unterschied zu finden, nur Probe VIII unterscheidet sich durch einen sehr hohen Kalkgehalt und enthält ausserdem auch mehr P_2O_5.

Wenn wir uns jetzt fragen, welche Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung des Säuglingskothes bei Muttermilch- und Kuhmilchnahrung bestehen, so ist darauf Folgendes zu sagen:

Die Menge der Gesammt-Mineralstoffe in den Säuglingsfäces ist eine höhere bei Kuhmilchnahrung als bei Frauenmilchnahrung,

was durch die nicht immer genügend genau vorgenommene Verdünnung derselben und verhältnismässig schlechtere Ausnützung der Mineralstoffe der Kuhmilch (seitens des Säuglings) zu erklären wäre. Was die einzelnen Mineralstoffe anbetrifft, so wird der Säuglingskoth, ganz allgemein gesprochen, diejenigen Verschiedenheiten aufweisen, die zwischen den Aschebestandtheilen der Kuh- und Frauenmilch bestehen, in der Hauptsache also einen grösseren Kalk-[1]) und Phosphorsäuregehalt und einen viel geringeren Eisengehalt[2]) zeigen. In der procentischen Zusammensetzung der Kothasche bei Kuh- und Frauenmilchnahrung brauchen keine wesentlichen Unterschiede zu bestehen. — Wenn man von dem Unterschiede in der Zusammensetzung der Säuglingsfäces bei natürlicher und künstlicher Ernährung ganz im Allgemeinen spricht, so wird man dabei an Dinge zweier Kategorien zu denken haben. Erstens an diejenigen Unterschiede, welche durch die Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung der Frauen- und Kuhmilch bedingt werden und zweitens an gewisse Eigenthümlichkeiten, welche die künstliche Ernährung als solche mit sich bringt und auf die ich hier nicht näher einzugehen brauche.

Die Differenzen der ersten Kategorie lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass bei der Kuhmilchnahrung der Fettgehalt erhöht sein wird (viel Seife), Nuclëin vorhanden, mehr Kalksalze und Phosphorsäure, dagegen weniger Eisen vorhanden sein wird. Ein wesentlicher Unterschied in der chemischen Zusammensetzung ist nicht gut zu constatiren. Was ferner die Verschiedenheiten in Farbe, Geruch, Consistenz, (Caseïngerinsel etc.) anbetrifft, so sind dieselben so bekannt, dass es nicht nöthig ist, hier näher darauf einzugehen.

Der Umstand, dass zwischen den Säuglingsfäces bei natürlicher und Kuhmilchnahrung während der ersten Lebenswoche

---

1) Nach den Untersuchungen von Forster, Uffelmann u. A. werden die Kalksalze der Kuhmilch vom Säuglinge nur zu circa 30% ausgenützt, während die Kalksalze der Frauenmilch bis zu 78% ausgenützt werden.

2) Die Asche der Frauenmilch enthält nach Bunge 0,18% Fe_2O_3 die, der Kuhmilch 0,04 Fe_2O_3.

kein wesentlicher Unterschied in der chemischen Zusammensetzung besteht, wird uns nicht mehr so befremden, wenn wir uns klar machen, dass in beiden Fällen der Organismus des Neugeborenen sich (wenigstens bis zu einem gewissen Grade) an ganz neue Bedingungen zu gewöhnen hat.[1])

Dass bei der natürlichen Ernährung die Bedingungen unvergleichlich günstiger sind, ist nicht zu bezweifeln. —

Schliesslich darf nicht unerwähnt bleiben, dass die einzelnen Bestandtheile und Befunde nicht nur individuell bei den verschiedenen Kindern sehr verschieden sind, sondern auch bei einem und demselben Kinde in sehr breiten Grenzen schwanken können, was in der viel grösseren Reagirbarkeit des wachsenden Organismus überhaupt und des Säuglingsorganismus insbesondere eine theilweise Erklärung finden dürfte. —

Ich habe es unterlassen, an dieser Stelle irgend welche theoretische Berechnungen[2]) über die Ausnützung der einzelnen Mineralstoffe der Frauen- und Kuhmilch seitens des Säuglings zu machen, da die in dieser Arbeit mitgetheilten Resultate, wie ich schon in der Einleitung hervorgehoben habe, nur eine Vorarbeit zu eigentlichen Versuchen über den Mineralstoffwechsel beim Säuglinge sein sollten. Der Umstand aber, dass in der speciellen Litteratur, wenigstens soweit dieselbe mir zugänglich war, keine quantitativen Angaben über die Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces bei natürlicher und künstlicher Ernährung zu finden waren,[3]) berechtigt zur Annahme, dass die erhaltenen Resultate auch in der hier mitgetheilten Form vielleicht nicht ohne Interesse sein werden. —

---

1) **Preyer** (Spec. Physiol. des Embryo) nennt mit Recht die Lage des Neugeborenen einen Zustand, der dem »des frierenden, hungernden und erstickenden Geborenen ähnlich und dem der aus dem Winterschlaf geweckten Säugethiere an die Seite zu stellen ist«.

2) Es würde keine Schwierigkeiten machen, auf Grund der mitgetheilten Zahlen eine Bilanz des Mineralstoffwechsels zu ziehen, da Mittelzahlen über die täglich aufgenommenen Milchmengen und die zur Ausscheidung gelangenden Kothmengen in genügender Anzahl vorliegen.

3) Abgesehen von vereinzelten Angaben über den Kalkgehalt der Fäces (**Uffelmann**, **Forster**.)

Herrn Professor Rubner, in dessen Laboratorium der experimentelle Theil dieser Arbeit ausgeführt wurde, sage ich an dieser Stelle meinen tiefgefühlten Dank, nicht nur für die Freundlichkeit, mit welcher er mir die Mittel seines Institutes zur Verfügung stellte, sondern auch für das meinen Arbeiten entgegengebrachte Interesse und die vielfache Anregung auf den verschiedensten Gebieten der Hygiene.

Herrn Geheimrath Gusserow bitte ich für die gütige Ueberlassung des Untersuchungsmaterials meinen aufrichtigen Dank entgegennehmen zu wollen.

Experimentelle Untersuchungen über die modernen Bekleidungssysteme.

II. Theil: Hygienische Gesichtspunkte zur Beurtheilung einer Kleidung.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

Allgemeines.

In einer vor Kurzem veröffentlichten Abhandlung habe ich die Unzulänglichkeit der rein empirischen Bestrebungen zur Verbesserung der Kleidung dargethan und begründet, welche Ursachen der empirischen Lösung dieser Aufgaben im Wege stehen. Es wird also der Versuch gemacht werden müssen, auf anderem, wissenschaftlichem Wege die Anforderung an eine rationelle Kleidung festzustellen; dieses Unternehmen, die Aufgaben der menschlichen Bekleidung nach hygienischen Gesichtspunkten zu schildern, ist zweifellos ein zeitgemässes, wie schon aus verschiedenen Bemühungen und Versuchen der letzten Jahre unzweideutig sich ergibt. Leider haben aber diese zu umfassenden Resultaten nicht geführt, weil die physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe noch zu wenig erkannt waren. Die Frage der rationellen Bekleidung ist keine Aufgabe, welche man mit einigen qualitativen Vorstellungen lösen kann, wie Viele auch heutzutage noch meinen. Manche Qualitäten der Kleidung kennt man schon seit den 60iger Jahren, ohne dass man aber

damit für den Begriff des Rationellen viel gewonnen hatte. Die Feststellung dessen, was eine rationelle Kleidung sei, setzt immer specielle quantitative Kenntnisse voraus und ohne solche ist kein Boden zu gewinnen.

Wer mit qualitativen Begriffen operiren will, dem wird das Unternehmen, die Anforderungen an eine rationelle Kleidung festzustellen, höchst einfach erscheinen, anders stellt sich die Sache, wenn man ernstlich für die einzelnen Fälle des täglichen Lebens brauchbare Angaben machen und in einem Specialfall entscheiden soll. Ich habe selbst, nachdem ich doch in sehr umfangreicher Weise die Eigenschaften der verschiedensten Stoffe geprüft, es nicht für überflüssig erachten können, in noch weiterer Ausdehnung die Versuche in Angriff zu nehmen, um über die Präcisirung der wichtigsten Punkte bei der Wahl unserer Kleidung orientirt zu sein.

Es ist ja in diesen Fragen, wie man sehen wird, gar nicht einmal die Kenntnis von der Natur und den Eigenschaften der Kleidungsstoffe allein und ausschliesslich das Fundament für eine rationelle Lehre, auch die Eigenschaften des menschlichen Organismus waren bis vor kurzem zu wenig genau und vollständig erkannt, um die Wirkung der Kleidung eingehend darzulegen. Insbesondere sei auf die unvollkommene Vorstellung verwiesen, welche man von unserem Hautorgan und seinen Functionen hatte, obschon gerade dieses Organ in erster Linie bei den Rückwirkungen der Kleidung auf den Menschen betheiligt ist. Wärme, Luftfeuchtigkeit, Windbewegung, die hervorragendsten Factoren im Wechsel der Witterung im Speciellen, des Klimas im allgemeinen, haben erst durch die in jüngster Zeit in meinem Laboratorium durchgeführten Untersuchungen eine experimentelle Prüfung erfahren, welche die Anschauungen wesentlich zu klären in der Lage war. Ohne diese Stütze wäre es auch heute noch nicht möglich, eine befriedigende Uebersicht über die Wirkung der Bekleidung zu geben.

Die Kleidung hat Dutzende von Eigenthümlichkeiten und Besonderheiten, so dass es sorgsamer Erwägung bedarf, welche die wesentliche Momente in der Beurtheilung darstellen,

oder auch darzulegen, wie oft Vortheile noch in einer Richtung durch störende Eigenschaften in anderer Richtung den Gesammteffect stören und schädigen. Eine Kritik setzt nothwendig voraus, dass man eine klare Vorstellung über die Anforderungen an eine normale Kleidung habe.

Wir wollen die Eigenschaft einer Gesammtkleidung feststellen, worunter wir eine den Körper ganz umschliessende Bekleidungsweise verstehen; Kopfbedeckung und Fussbekleidung sind wegen der Besonderheiten der Bedingungen, und der Eigenartigkeit des Materiales bei Seite gelassen.

Im Allgemeinen wird die Kleidung aus verschiedenartigen Geweben aufgebaut und anscheinend herrscht eine gewaltige Willkür; ziemlich unvollständige Vorschriften werden von den Anhängern der sogenannten Kleidungsreform gegeben. Die Kleidungsreformen sind theils Radikalsysteme, vielfach aber bestimmen sie nur die Art eines Kleidungstheiles wie z. B. die Unterkleidung. Letztere mögen als Partialsysteme bezeichnet werden.

Für eine Unterkleidung (Partialsystem) müssen natürlich bis zu einem gewissen Grade ähnliche Anforderungen gestellt werden wie für ein Radikalsystem, das ja auch die Aufgabe hat in einer bestimmten Weise für die Hautbedeckung zu sorgen. Unter Normalkleidung versteht man ein Kleidungsstück, welches von einem bestimmten System vorgeschrieben ist. Die Meisten meinen die »Systeme« fordern nur einen Grundstoff z. B. Wolle, Leinen, Baumwolle, Seide, und auch den Reformatoren schwebt dieser Gedanke vor. Thatsächlich verhält es sich aber anders, indem nicht nur der Grundstoff vorgeschrieben ist, sondern durch den Verkauf eines bestimmten Normalstoffs auch das Gewebe; in seltenen Fällen ist auch der Schnitt der Kleidung bestimmt. Viele, die sich auch literarisch mit der Kleidung beschäftigt haben, können sich auch heute nicht von dem Gedanken losmachen, das Endziel und Ergebnis aller wissenschaftlicher Forschung müsse sich in die Formel bringen lassen: was ist der allein richtige rationelle Grundstoff, Wolle, Seide, Baumwolle oder Leinen?

Wer nach den zahlreichen vorliegenden Untersuchungsergebnissen noch nicht tiefer in die Materie eingedrungen ist, um zu wissen, dass diese Fragestellung nicht wissenschaftlich ist, weil die Eigenschaften nicht allein vom Grundstoff beherrscht werden, wird schwer weiter zu belehren sein.

Die Empiriker stellen sich zum Theil vor, eine Normalkleidung müsse etwas Einheitliches für Sommer- und Winter gleichmässig Brauchbares sein; wie das Thier anscheinend für alle Fälle mit seinem Pelze auskommt, hält eine naive Auffassung auch einen solchen Kleidungsüberzug für vollkommen genügend. Abgesehen von Sommer- und Winterpelz der Thiere ist sowohl die Haut der Thiere wie auch der Pelz derselben nichts Stationäres, sondern sie sind Körpertheile mit sehr variablen Eigenschaften, welche wesentlichen functionellen Aenderungen in aller kürzester Zeit gewachsen sind. Die Kleidung der Menschen ist etwas Starres, Unveränderliches und erzeugt in sich und aus sich heraus keine beliebigen Variationen der Eigenschaften. Winter- und Sommerschutz können nie durch eine und dieselbe Gesammtbekleidung erreicht werden; eine rationelle Begleitung ist daher auch nichts Einheitliches. Rationell ist die Kleidung immer nur in Bezug auf die gerade bestehenden äusseren Verhältnisse und die jeweiligen Körperzustände.

Die Kleidung ist etwas je nach den Individuen und Lebensgewohnheiten Verschiedenes, auch Alter, Geschlecht erfordern ihre Berücksichtigung.

Nennen wir die in bester Weise den Bedürfnissen des Körpers sich anpassende Kleidung eine Normalkleidung, so ist damit aber nicht, wie die Empiriker angenommen haben, gesagt, dass es überhaupt nur eine einzige Lösung unserer Aufgabe gibt. Es ist sehr wohl möglich, dass das Problem einer zweckmässigen Kleidung eine mehrfache Lösung finden kann und somit mehrere »Normalbekleidungsweisen« gleichberechtigt sind.

Aus diesem folgt wieder von selbst, dass es ebenso wenig wie man erwarten darf eine einzig giltige Normalkleidung nach Anordnung, Dicke, Schnitt aufzufinden, es auch eine ausschliesslich als normal zu bezeichnende Webweise, welche mit Variation

der Dicke und des Schnittes Allem gerecht würde, als eine Art Universalgewebe, nicht geben kann.

Ich habe schon mehrfach darauf hingewiesen, dass man vielleicht in Sachen der Bekleidung am Liebsten Alles dem persönlichen Empfinden zu überlassen geneigt sein dürfte. Doch wäre dies ein Missgriff. Die Ordnung nach dem Behaglichkeitsgefühl gelingt nicht Jedem, denn dieses Gefühl ist bei manchem stumpf, unentwickelt, variabel. Es ist durchaus nicht Jedermann gegeben die Empfindungen, welche die Kleidung erregt und welche z. B. ein Zeichen anormaler Bekleidung sind, richtig zu deuten und sich darnach einzurichten. Daher sieht man auch tagtäglich Leute, die man nach dem individuellen Empfinden als offenkundig unzweckmässig bekleidet betrachten muss. Die stumpfen Sinne und die geringe Beobachtungsgabe gewährleisten meist nur die Wahrnehmung ganz offenkundiger Belästigungen und Nachtheile einer Bekleidung. Zwischen dem sicher Schädlichen und dem ideal Zweckmässigen hat die Natur ein weites Feld und einen grossen Spielraum für die Willkür der Einzelnen gelassen, aber nicht jede Handlung innerhalb dieser Grenzen ist gleich gut und gleich empfehlenswerth. Die wissenschaftliche Untersuchung muss uns daher auf diesem Gebiete an die Hand gehen und mit Gründen entscheiden, was wir als zweckmässigste Lösung eines Problems anzusehen haben.

Eine Eigenschaft, die uns gerade bei der Bekleidung recht nachtheilig wird, ist die Gewöhnung. Unzweckmässige Besonderheiten einer Kleidung veranlassen uns durchaus nicht immer dieselben abzulegen und durch eine andere zu ersetzen, sondern man richtet sich eben nach der Kleidung ein und accommodirt sich dieser. Dieser Fall ist ein ungemein häufiger. Die Einwirkung der Kleidung auf unsere Lebensgewohnheiten ist eine sehr mächtige. Man sagt Kleider machen Leute mit Bezug auf äussere Eigenschaften der Kleidung und das Ansehen, welche die Kleidung verschafft. Man kann dies Wort aber mit ebenso viel Recht in anderem Sinne gebrauchen. Unsere Eigenschaften und Leistungen hängen ungemein von der Kleidung ab, sie bedingt und begrenzt unsere Leistungen und Leistungsfähigkeit.

Für bestimmte Fälle müssen wir zu genauen Vorschriften kommen, nämlich für solche, in welchem dem Einzelnen die Art der Kleidung vorgeschrieben und die Kleidung aus öffentlichen Mitteln bestritten wird.

Solche Fälle sind die Anstaltskleidung in Krankenhäusern, Instituten, Waisenhäusern, die militärische Kleidung, Dienstkleider der Postverwaltung, Gefängniskleidung u. s. w.

Alle diese Einrichtungen sind ausserordentlich reformbedürftig, und hängt man aus falsch bemessener Sparsamkeit, aus Gewohnheit und Interesselosigkeit vielfach an recht veralteten Gebräuchen.

Die Function der Kleidung vom hygienischen Standpunkt.

Eine normale Beschaffenheit der Kleidung ist gegeben, wenn letztere allen Anforderungen in zweckentsprechender Weise entgegen kommt; diese ihre Funktion hat man oft genug besprochen. Die Darlegungen haben aber meist das Mangelhafte an sich, dass der grössere Theil auf Annahmen und nur der kleinste Theil auf experimentell zu erweisende Thatsachen sich stützte. Zwischen den beiden Gebieten des Bewiesenen und Beweisenden wird eine Grenze zumeist nicht gezogen.

Die lebenswichtigste Funktion der Kleidung betrifft ihre wärmeregulatorische Aufgabe.

Die Anschauungen über die Wärmeregulation bei dem Menschen sind in weiteren Kreisen recht unzutreffende. Man begreift schablonenhaft und mechanisch unter wärmeregulirender Thätigkeit immer nur die Fähigkeit der Kleidung, den Wärmeverlust zu verhindern, nimmt dieselbe also nur in dem Sinne der von mir sogenannten chemischen Regulation.

Bei der Frage, wie die Bekleidung wirkt, hat man, wie ich schon mehrfach betont habe, zwei wesentliche Bedürfnisse zu trennen.

a) Die Kleidung hat in vielen Fällen die Function, eine übermässig grosse Wärmeabgabe des menschlichen Körpers zu verhüten und trotz einer kühlen Umgebungstemperatur den

Menschen in seinem Stoffverbrauch auf ein Minimum einzuschränken.

Der Schutz, den sie uns in dieser Hinsicht gewährt, hat dem Menschen die Möglichkeit geboten, klimatischen Schwierigkeiten zum Trotz, bis in die arktischen Zonen vorzudringen.

Wie meine Untersuchungen dargethan haben, ist die menschliche Kleidung durch ihre Grundsubstanz, wesentlich aber durch den Luftgehalt als sehr schlechter Wärmeleiter zu betrachten. Die anliegenden Theile, Haut, Fettgewebe, Muskel dagegen sind wegen ihres Wasser- und Fettgewebes verhältnismässig gute Wärmeleiter und stehen durch den Blutkreislauf in stetem Wärmeaustausch mit dem Innern des Organismus. Jedes einzelne Zellgebiet besitzt in den Capillargefässen eine Entwärmungsanlage, die, ohne an den Durchtritt der Wärme durch Leitung zu grosse Anforderungen zu stellen, die Wärme durch Transport nach Aussen bringt. Undurchblutet oder wenig durchblutet sind in der Regel nur die der Oberfläche nahen Schichten. Im Verhältnis aber zu diesen ist dabei das Leitungsvermögen in der Kleidung ausserordentlich klein. Fettgewebe und Muskelfleisch eines nicht abgemagerten Thieres sind im Wärmeleitungsvermögen nicht so verschieden, als man, allerdings nur einer Meinung folgend, anzunehmen pflegt. Wie immer man sich die Beziehungen der Kleidung zum Menschen denken mag, die Rückwirkungen müssen sehr erhebliche sein.

Die Auflegung eines sehr schlechten Wärmeleiters auf die Haut verringert die Wirkung irgend eines auf die Aussenseite der Kleidung treffenden thermischen Einflusses.

Die Kleidung setzt, indem sie den Austausch der Wärme erschwert, die Rückwirkung der äusseren abkühlenden Verhältnisse auf die Haut herab, und muss also ähnliche Erscheinungen hervorrufen, wie sie sich bei einem völlig Nackten bei steigender Luftwärme ausbilden, oder wie die Luftwärme im allgemeinen auf den Körper ausübt[1]). Die Wirkungen der steigenden und fallenden Temperatur auf den Menschen sind uns nach manchen

1) Archiv für Hygiene, XXIII, S. 13.

Richtungen hin bekannt. Mit steigender Lufttemperatur nimmt z. B. die durch Strahlung verlorene Wärme ab, wie ich zuerst durch Messungen mit der Thermosäule gezeigt habe. Weiter hat sich ergeben, dass der Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung zusammengenommen mit steigender Luftwärme für bekleidete und unbekleidete Körpertheile sinkt[1]). Weiter habe ich darthun können, dass die Oberflächentemperaturen unserer Kleidung mit zunehmender Wärme auch zunehmen, aber in geringerem Maasse als die Luftwärme steigt[2]). Die Hauttemperatur unter der Kleidung bleibt innerhalb weiter Grenzen der Einwirkung von Kälte und Wärme ungeändert, um sich aber, wenn man extreme Einflüsse wirken lässt, im Sinne des thermischen Reizes schliesslich zu ändern. Neben dieser Wirkung auf Strahlung und Leitung findet aber auch eine Aenderung des dritten Hauptweges der Wärmeabgabe, der Wasserverdampfung, statt; Lewaschew und ich haben vor Kurzem zuerst in quantitativer Hinsicht diesen Einfluss der Temperaturschwankungen auf die Wasserdampfausscheidung dargelegt. Wie ich zuerst an Thieren erkannt habe, sind die Schwankungen gerade des Wärmeverlustes durch Verdunsten des Wassers ausserordentlich wechselnd und nur ihre Kenntnis kann im Zusammenhang mit den Verlusten durch Strahlung und Leitung ein richtiges Bild geben.

Inwieweit Schwankungen der Kälte und Wärme Einfluss auf den Stoffumsatz des Menschen ausüben, ist mehrfach, aber mit wechselndem Ergebnis untersucht worden. Beim Thier, wenigstens bei hungernden Thieren, und niederen Temperaturen gelingt es leicht, die eine Wirkung zu zeigen, dass innerhalb gewisser Grenzen ihr Stoffumsatz und ihre Wärmebildung von der Temperatur abhängig sind.

Beim Menschen stehen der Ausführung der Versuche Schwierigkeiten und Bedenken entgegen. Bei der Benützung sehr kurzer Versuchszeiten kommt man, wie ich mich schon im Jahre 1887 an Versuchen, welche nicht der Veröffentlichung

1) Rumpel, Archiv für Hygiene, X.

2) Archiv für Hygiene, XXIII, S. 31.

übergeben wurden, überzeugte, so gut wie zu gar keinem Ergebnis. Volle Tagesversuche, wie an Thieren, sind aus äusseren Gründen meist unmöglich; auch Experimente von 5 und 6stündiger Dauer scheitern meist daran, dass der Mensch eine ganz ausgesprochene Scheu vor stärkerem Frieren besitzt, und nur bei diesen Graden der Kältewirkung würden analoge Ergebnisse wie bei Thieren zu erzielen sein.

Immerhin liegen genügend Thatsachen vor, welche zeigen, dass beim Menschen bei Einwirkung der Kälte der Stoffumsatz gesteigert wird. Einige wenige Versuche sind schon von Voit angestellt worden. Bei der von mir und Lewaschew untersuchten Person zeigte sich auch beim Uebergang von 20° auf 15° die CO_2-Ausscheidung vermehrt; ebenso war es bei zwei anderen Versuchspersonen, welche ich untersucht habe. Bei Person F. war im Mittel mehrerer Versuche die stündliche Wärmeproduction:

bei	14,1°	102,1	Cal.
»	17,6°	83,6	»
»	21,9°	75,1	»
»	25,2°	86,7	»

bei Person H.

bei	15°	84,8	Cal.
»	20°	78,6	»
»	23°	73,4	»
»	25°	82,7	»
»	29°	86,6	»

bei Person Br.
die CO_2-Ausscheidung

bei	11°	28,4
»	25°	24,0
»	34°	26,2.

Noch eingehender hat Wolpert in Versuchen, welche in vorläufiger Mittheilung[1]) vorliegen, für die Temperatur von 4° bis 40° die Frage geprüft, mit den gleichen hier berichteten Ergebnissen. Bei niederen Temperaturen steigt die Kohlensäureausscheidung, erreicht bei dem Temperaturgrad, welchen man gewöhnlich als Stubenwärme bezeichnet, ein Minimum, und steigt von da ab mehr oder minder rasch an. Die Grenze des Ansteigens hängt sehr von der Art der Ernäh-

1) Hygienische Rundschau, 1897, S. 641.

rung, von der Nahrungszufuhr und dem Nahrungsmangel, aber auch von Nebenumständen, wie der Luftfeuchtigkeit, und wohl auch von der Arbeitsleistung ab.

Bei kräftiger gleichmässiger Arbeit hat die Schwankung der Lufttemperatur nicht den allergeringsten Einfluss auf die Stoffzersetzung. Beim Ruhenden lässt sich die kühlende Wirkung der Luftbewegung leicht darthun, sie erzeugt aber nur unter bestimmten Voraussetzungen eine Aenderung des Stoffumsatzes.

Auf eine interessante, von Wolpert gefundene Thatsache muss ich an dieser Stelle noch aufmerksam machen. Bei Temperaturen zwischen 35 und 40° hat Wolpert an einem Mann in leichter Sommerkleidung nachgewiesen, dass die CO_2-Ausscheidung kleiner werden kann, als es bei etwas unter dieser Temperaturgrenze liegenden Temperaturen der Fall ist. Ich komme auf diese, im ersten Augenblick befremdende Thatsache später noch zurück.

Der Ablauf jener Erscheinungen, welche man als Wärmeregulation bezeichnet, ist ziemlich complicirt; bereits bei den Thieren[1]) habe ich auf die complicirenden Umstände aufmerksam gemacht, und noch vielleicht etwas verwickelter sind die Verhältnisse bei dem Menschen. Nach meiner a. O. ausgesprochenen Meinung bedienen wir uns im allgemeinen der Kleidung, um uns der Wirksamkeit der chemischen Wärmeregulation zu entziehen, weil wir dann von den Schwankungen äusserer thermischer Verhältnisse in hohem Grade unabhängig werden[2]).

Die praktische Erfahrung lehrt, dass wir eine Verstärkung der Kleidung vornehmen, wenn stärkere abkühlende Aussenbedingungen auf uns wirken, die Analogie zur Wirkung der Wärmeschwankungen auf den menschlichen Organismus erfordert, dass wir auch der Bekleidung die Fähigkeit zuschreiben, uns vor solchen Abkühlungen, welche die Stoffzersetzung erhöhen, zu bewahren.

1) Biolog. Gesetze, Marburg.

2) Archiv für Hygiene, XXIII, S. 35.

Mehr nebensächlicher Natur ist für diese Betrachtungen die Frage, wie unter Umständen die Kälte eine Mehrzersetzung erzeugt.

In neuerer Zeit hat man dem normalen Menschen die Befähigung abgesprochen, dass auf ihn die Kälte in der Weise mehrend auf den Stoffumsatz einwirke, ohne gleichzeitig heftige Bewegungen oder Zittern auszulösen[1]).

Die ganze Frage hat mehr Bedeutung für den Physiologen und weniger für die praktischen Ziele der Hygiene, für letztere handelt es sich ja wesentlich nur darum, dass die Kleidung thatsächlich die unangenehmen Wirkungen der Kälte auf den Organismus verhütet, während die Art und Weise, in welcher der Organismus die durch ungenügenden Wärmeschutz bedingte Mehrzersetzung besorgt, entschieden in zweiter Linie steht. Nach den in meinem Laboratorium angestellten Versuchen geht man viel zu weit, wenn man jede Mehrproduction an Wärme auf eine Zunahme der willkürlichen Bewegungen beziehen will.

Ich habe mehrfach bei längerer Einwirkung kühler Umgebungstemperatur auf völlig Nackte beobachtet, dass Gänsehaut, starker Frost empfunden werden kann, ohne eine Vermehrung der Kohlensäureausscheidung hervorzurufen; wie auch anderseits die Wirkung einer Abkühlung auf eine Vermehrung des Stoffumsatzes sich zeigen kann, bei Gefühl der Kühle ohne unangenehmere Empfindung und Schüttelfrost. Das Behaglichkeitsgefühl liegt jedenfalls ausserhalb der Zone der chemischen Wärmeregulation, die Grenze desselben ist nach inneren Zuständen verschieden, zum Theil von der Gewöhnung abhängig.

Man kann in 4—6stündigen Experimenten die wärmende Wirkung der Kleidung darthun, nur muss man hiezu niedere Lufttemperaturen wählen. Bei einem Mann wurde beobachtet bei 11—12°:

	pro Stunde
bei Sommerkleidung (3—4 mm stark am Rumpf) .	28,4 g CO_2
Kleidung mit mässig starkem Winterüberzieher .	26,9 » »
Kleidung und Pelzrock	23,6 » »

1) Löwy, A., Ueber die Wärmeregulation des Menschen. Pflüger's Archiv, XLV, S. 625.

Bei hohen Lufttemperaturen und dem Vergleich zwischen nackt und leichtbekleidet ergeben sich andere Verhältnisse, aus Gründen, welche nach den oben mitgetheilten Versuchen zu beurtheilen sind.

Der ausgiebigste Mechanismus, mittelst welchem wir uns gegen starke Kältegrade schützen, ist, wo es an genügender Kleidung fehlt, die Muskelbewegung.

Vom ökonomischen Standpunkt ist die Anschaffung guter Kleider weit billiger als die Mehrausgaben für die reichlichere Ernährung, oder die Mehrausgabe für Beheizung. Es ist daher schwer begreiflich, dass man vom Standpunkt der öffentlichen Gesundheitspflege und für die Hebung der Noth in den Wintermonaten nur Interesse hat für die Abgabe von Nahrungsmitteln und Brennmaterial, und dass man so wenig und fast nur ausnahmsweise daran denkt, durch Verbesserung der Kleidung einem Uebelstand abzuhelfen, somit auch einen Faktor der öffentlichen Noth zu beseitigen.

Die Kleidung befähigt also den Menschen, bei absoluter Körperruhe und kleinstem Stoffverbrauch niedere Temperaturgrade zu ertragen.

b) Die Verhinderung einer abnorm hohen Wärmeabgabe ist keineswegs das alleinige Ziel der Kleidung. Wir tragen häufig Kleidung bei Temperaturen, bei welchen man auch im nackten Zustande, ohne deshalb einem vermehrten Stoffumsatz zu unterliegen, bestehen könnte.

Versuchsperson Br. wurde an vielen Tagen in je 4—6stündigen Experimenten nackt und bekleidet untersucht. Die CO_2-Ausscheidung war bei 34°:

nackt	leichte Sommerkleidung
27,1 g CO_2	26,2 g CO_2.

Die Unterschiede in der CO_2-Ausscheidung sind so unbedeutend, dass man von einer Rückwirkung der Kleidung nicht wohl reden kann. Man kann auch die Temperatur noch um eine Anzahl von Graden tiefer wählen, ohne eine Aenderung in der Relation zwischen »nackt« und »bekleidet«.

Wir tragen die Kleidung ungemein häufig im Zustande körperlicher Bewegung und Arbeit; in diesen Fällen ist in der Regel eine Mehrproduction an Wärme gegenüber der Ruhe vorhanden, und wie in meinem Laboratorium zuerst gezeigt wurde, üben Schwankungen der Wärme der Umgebung dann nur insoferne Einfluss auf den Menschen, als sie seine Wasserdampfabgabe variiren. Mehrung und Minderung der Kleidung wirkt ebenso wasserdampfmehrend und wasserdampfsparend, indem die Wärme entweder durch die Kleidung gestaut oder auch verringert wird. Und doch entbehren wir der Kleidung nicht gerne völlig unter diesen Umständen. Wenn man die eben gegebene Darstellung der Rückwirkung von Variation der Luftwärme auf den Körper betrachtet, so ist ganz bestimmt nachgewiesen, dass bei Temperaturen, die von der Blutwärme nicht weit abstehen, sich unverkennbar auch beim Menschen, ähnlich wie bei den Thieren, eine Zunahme der Wärmebildung und des Stoffumsatzes sich bemerklich macht. Wenn man also bei mittleren Temperaturen eine sehr warme undurchgängige Kleidung trägt, kann durch diese den Verhältnissen nicht entsprechende überwarme Kleidung sehr wohl Anstoss zu vermehrter Wärmeproduction gegeben werden.

Die Nothwendigkeit der Bekleidung des Culturmenschen resultirt zum Theil aus dem Gefühl der Decenz; aber es ist gewiss zu weit gegangen, wenn manche die Entstehung der Bekleidung ausschliesslich auf das Gefühl der Schamhaftigkeit zurückführen wollen. Die Kleidung bei hohen Lufttemperaturen ist nicht ausschliessliches Erfordernis der Sitte und Etiquette, und es gibt genug sachliche Gründe, welche die Bedeckung der Haut mit Kleidung als rationell erscheinen lassen, auch wenn sich thermische Gründe dafür nicht geltend machen lassen.

Manche Hautstellen ertragen selbst starke Abkühlungen entschieden gut, wie das Gesicht und die Haut der Hände; andere wiederum sind empfindlicher, wie Theile des Halses, des Bauches. Plötzliche energische Schwankungen der Wärmeabgabe führen dann zu Störungen der Gesundheit. Auch bei hohen Lufttemperaturen sind zeitweise rasche Abkühlungen recht wohl

möglich; plötzliche Windbewegung, intensive Verdunstung von Wasser an der Hautoberfläche können in dieser Hinsicht in Frage kommen.

Bei dem Tragen eines Bekleidungsstückes steigt im allgemeinen, dem Zustande der Nacktheit gegenüber, die Hauttemperatur; schon eine einfache Lage Stoff kann dies erreichen. Der Schutz nach dieser Richtung hin ist dem Menschen angenehm.

Im nackten Zustande ist auch bei hohen Lufttemperaturen die Haut niedriger temperirt als bei Bekleidung, und in etwas kühler Umgebungstemperatur, bei welcher wir nackt, allerdings unter Sinken der Blutwärme, einige Stunden hinbringen können, sinkt die Oberflächentemperatur der Haut am Rumpf wie an den Extremitäten binnen kürzester Zeit um 5—6°. Das Gefühl der Kühle wird durch jede noch so leise Windströmung gesteigert und unangenehmer. Die Hände werden starr und im Gebrauche ungeschickt.

Ist die Haut nackt, so dringt die Kühle bis zu einem gewissen Grade in die Haut selbst ein; ein Kleidungsstück verlegt diese Zone an die Oberfläche des Stoffes. Jedes Kleidungsstück gewährt für den Nothfall eines ungewöhnlichen Temperatursturzes einen variablen Schutz durch Zwischenlagerung von Luft.

Der Wärmestrom, wie er durch Leitung bei einem grossen Temperaturgefälle sich ausbildet, also unterhalb einer Kleidung gegeben ist, ist verschieden von dem Wärmeverlust an nackter, feuchter Haut, wobei eine starke Verdunstung entstehen kann. Die Verdunstungskälte ist leicht wechselnd; sie hängt von der Luftbewegung sehr ab. Der Wärmeverlust durch Leitung bei bewegter Luft ist verschwindend klein gegenüber dem Wärmeverlust bei Verdunstung.

Eine gewisse Hautwärme kann also als etwas Förderliches und Zweckmässiges angesehen werden; vielleicht ist die richtige Function in wärmeregulatorischer Hinsicht im allgemeinen an die Existenz einer Hautbedeckung gebunden.

Die Kleidung muss als eine Einrichtung angesehen werden, welche durch ihre specifische Wärme ein Wärmereservoir darstellt, das bei plötzlicher stärkerer Abkühlung den Kältereiz nicht in seiner vollen Wucht die Haut treffen lässt, sondern zunächst von seinem Vorrath abgibt und einen gemässigten Temperatursturz zu vermitteln geeigenschaftet ist.

Variable Abkühlungen wirken sehr unangenehm, wenn sie den Körper zur Anspannung seiner wärmeregulatorischen Function zwingen, und zwar nicht minder störend, wenn dies bei niedriger Lufttemperatur, oder auch bei höheren Wärmegraden geschieht; nur sind die in Thätigkeit gesetzten Mittel in beiden Fällen nicht dieselben und ebenso der Empfindungskreis ein verschiedener.

Die Bedeutung der Kleidung für die Regulirung des Wärmestroms und für die Behinderung plötzlicher hochgradig störender Empfindungen ergibt sich aus einer kurzen Berechnung. Ich habe gefunden, dass bei einem Manne von 70 kg[1]) bei 17,5° C. die durch Strahlung und Leitung verlorene Wärmemenge im Tag 2014 Cal. ausmacht = 3,73 cal. pro 1 qcm Oberfläche in der Stunde = 0,062 cal. pro 1 Min. und 0,001 cal. pro 1 Sec. Die Menge der strahlenden Wärme, welche man unangenehm empfindet, beträgt 0,035 cal. pro 1 Min. = 0,0006 cal. pro 1 Sec.

Die Kleidung hat ein mittleres spec. Gewicht von 0,27[2]), die Sommerkleidung 0,36; da die spec. Wärme der Wollstoffe zu 0,5 bis 0,6 angenommen werden kann[3]), so würden 0,16 bis 0,22 cal. genügen, um 1 ccm Kleidung um 1° zu erwärmen. Falls die Kleidungsdicke 1 ccm ausmacht[4]), würde die Menge der Wärme, welche aus dem Körper abströmt, für die Secunde 0,001 sein. Sie würde also erst in 160 bis 220 Sec. hinreichen, die Temperatur um einen Grad steigen zu

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 69.

2) Archiv für Hygiene, XV, S. 46.

3) Die von Holz (Cellulose) schwankt zwischen 0,5—0,7. Péclet, Sur la chaleur, T. I, p. 606, IV. édit. Rubner, Arch. f. Hyg., XXIV, S. 300.

4) Im Winter beträgt sie weit mehr, im Sommer etwas weniger.

lassen, wenn ein neues Hindernis für den Wärmeabstrom entsteht, oder entsprechend sinken lassen, wenn eine Begünstigung der Wärmeabgabe eingetreten ist, welche einem ähnlichen Wärmeverlust entspricht, wie die Production im Körper sie darstellt.

Durch diese Eigenschaft wirken also die Kleider unter allen Umständen mildernd ein auf die thermischen Reize, welche durch die Schwankungen der Aussenbedingungen unsere Körperoberfläche treffen. Namentlich bei der Schweisssecretion macht sich durch die rasche Verdunstung eine Temperaturabnahme der Haut geltend, welche bei trockener Haut nur bei den extremsten Wintertemperaturen auftreten würde; gerade dann erscheint uns also die Bekleidung von Werth, weil sie die rapidesten Temperaturstürze an ihre Oberfläche verlegt und so die Haut schützt.

Wichtig ist auch der Schutz, den wir gegenüber den raschen Abkühlungen und dem rapiden Wechsel durch den Wind in oben gedachter Weise erhalten. Für den Europäer kommt die Kleidung als Mittel zur Verhütung der Insolation in Betracht. Gröbere Stösse, Verletzung durch Insekten, spitze Gegenstände wehrt die Haut ab. Schmutz und Staub treffen in erster Linie die Kleidung. Sie ist eine künstliche und recht vortheilhafte Oberhaut, der wir alle möglichen unangenehmen Aufgaben übertragen, welche sonst die Haut selbst zu leisten hätte.

Die Vorzüge einer bedeckten Haut gegenüber der völligen Nacktheit sind also ganz unverkennbare; für unsere klimatischen Verhältnisse hat die Frage, inwieweit man die Haut unbedeckt lassen kann, mehr theoretisches als praktisches Interesse. Die eben angestellten Erwägungen lassen es aber für die weisse Rasse in den Tropen selbst unter ungünstigen thermischen Verhältnissen als angezeigt erscheinen, eine, wenn auch aus einfacher Lage bestehende Kleidung zu tragen.

Die uns eben beschäftigende Frage bedarf aber mit Rücksicht auf die thermische Einwirkung der Kleidung auf den Menschen noch einer eingehenden Betrachtung.

Man darf nicht schematisch die Wirkung der Kleidung bei hohen Temperaturen der Luft auch in einer Einsparung von Nahrungsstoffen sich denken, bzw. erwarten, dass sie irgend einen nennenswerthen Einfluss auf den Stoffumsatz äussern.

Denken wir uns den Menschen im Hungerzustande und nackt, so wird nach Analogie mit den von mir an Thieren angestellten Versuchen zu erwarten sein, dass derselbe bei niederen Temperaturen eine grössere Stoffzersetzung hat, als bei höheren Luftwärmen. An dieses Gebiet der chemischen Wärmeregulation würde sich ein Temperaturintervall anschliessen müssen, innerhalb welcher trotz Aenderung der thermischen Verhältnisse in der Umgebung ein Einfluss auf die Stoffzersetzung nicht wahrnehmbar ist, die physikalische Regulation, endlich eine Grenze, von welcher ab, trotz steigender Luftwärme, der Stoffumsatz steigt. Im Gebiete der physikalischen Regulation habe ich bei Hunden beobachtet, dass innerhalb eines gewissen Temperaturintervalles Aenderungen der Luftwärme gar keine sichtbare Aenderung der Funktionen herbeiführt, während zumeist die Aenderung der Wasserdampfausscheidung für die Beseitigung der überflüssigen Wärme sorgt.

Die Grenze der chemischen und physikalischen Regulation liegt bei hungernden Hunden und Meerschweinchen zwischen 25 bis 30° C.[1]); die Behaarung verschiebt diesen Punkt. Noch weit wichtiger ist aber die Nahrungsaufnahme. Beim gefütterten Meerschweinchen habe ich zuerst erwiesen, dass schon bei 20° nur mehr 9,7% des ausgeschiedenen CO_2 durch Erhöhung der Luftwärme eingespart werden können. Die Grösse, um welche diese Verschiebung zwischen den beiden Arten der Regulation eintritt, hängt ganz von der Menge der durch die Nahrung erzeugten überschüssigen Wärme ab[2]).

Auch bei dem Menschen habe ich schon gezeigt, dass er bei leichter Bekleidung und mässiger Nahrungsaufnahme ein

1) Biolog. Gesetze, S. 14 und Archiv für Hygiene.

2) Mittheil. d. bayr. Akad. d. Wissensch., 1885, S. 452 u. Arch. f. Hyg., XI, S. 209.

Minimum des Stoffverbrauches bei 20 bis 23° hat[1]), von welchem nach der niederen wie hohen Temperatur hin die CO_2 steigt.

Wenn wir annehmen, dass beim Nackten, wenn dessen Hautwärme die normale Blutwärme nicht übersteigt, etwa bei 37°, Wärme durch Leitung und Strahlung nicht mehr abgegeben werden kann, so versteht es sich von selbst, dass es beim Menschen eine Anzahl von Temperaturgraden geben muss, um welche die Luftwärme sinken darf, ehe eine Vermehrung der Stoffzersetzung durch einwirkende Kälte zu erwarten ist und das Gebiet der physikalischen Regulation verlassen wird. Der rasirte hungernde Hund gelangt etwa bei 30° an die Grenze der chemischen Regulation[2]); im gefütterten Zustand würden noch niedrigere Temperaturgrenzen erreicht werden können. Lässt der Mensch auch nicht einen unmittelbaren Vergleich mit dem Thierexperiment zu, so darf aus dem Dargelegten und dem Umstande, dass der normale Zustand des Menschen die entsprechende Nahrungsaufnahme voraussetzt, eine ziemlich tief stehende Grenze für die zersetzungsmehrende Wirkung der Abkühlung angenommen werden.

Bestimmte Angaben hierüber zu machen, ist mir zur Zeit unmöglich, da mir Versuchspersonen, welche Tage lang bei 26 oder 27° im nackten Zustand einem Experiment sich unterwerfen, nicht in die Hand gekommen sind. Ohne solche langdauernde Experimente ist ein für die praktische Beurtheilung wichtiges Ergebnis nicht zu erlangen. Für kürzere Zeiten von 5—6 Stunden kann man am nackten Europäer, wie bei Schwarzen darthun, dass bei etwa 27° und bei Nahrungsaufnahme das Gebiet der chemischen Regulation nicht erreicht ist[3]). Wenige Grade unter dieser Grenze gelingt es nur der fortwährenden Ueberredung, die Versuchspersonen zum Aushalten im kühlen Raum und bei Ruhe zu bewegen.

Aus diesen kurzen Darlegungen ersieht man, dass für sehr viele Fälle, in denen wir uns der Klei-

1) Rubner und Lewaschew, Archiv für Hygiene, Bd. XXIX, S. 1.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XX, S. 368.

3) Näheres über diese Experimente an anderer Stelle.

dung bedienen (Sommermonate, hohe Zimmertemperaturen), die Kleidung überhaupt keine Einwirkung auf den Stoffumsatz äussern kann, während manche schematisch meinen, es müsse unter allen Umständen, so lange die Aussentemperatur niedriger ist als die Hauttemperatur, eine solche Wirkung vorhanden sein. Wenn man aus meinen vor vielen Jahren schon publicirten Untersuchungen über die Wärmeregulation, und namentlich auch aus den Versuchen über die Wasserdampfabgabe, welche einem grossen Leserkreis ganz unbekannt geblieben zu sein scheinen, die richtigen Consequenzen gezogen hätte, würde man nicht auf Irrwege gerathen sein.

Es scheint mir wichtig zu sein sein, darauf aufmerksam zu machen, dass Stoffwechsel und Lufttemperatur in einer Function stehen, welche in graphischer Darstellung eine Curve bilden, welche Maxima bei hoher Kälte und Wärme aufweist; das Steigen des Stoffumsatzes bei hoher Luftwärme beginnt übrigens nicht, wie man wohl zumeist angenommen hat, bei Zunahme der Blutwärme, sondern schon früher. Daher kann bei übermässig schwerer Bekleidung nicht nur jede Verminderung des Stoffumsatzes ausbleiben, sondern sogar eine Steigerung desselben zu Stande kommen. Nur bei ganz bestimmt gewählten Versuchsbedingungen gelingt es, von mittleren Temperaturen ab, einen stoffumsatzvermindernden Effect der Kleidung zu zeigen.

Die Wirkung der Kleidung äussert sich also vielfach dadurch, dass sie für den Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung ein Hindernis bildet. Für den Mann, den ich näher untersucht habe, würde sie von 25 bis 26° ein solches Hindernis darstellen. Je mehr man Kleidungsstoffe trägt, um so mehr wird der Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung gehemmt, wie ich dies zuerst in Versuchen mit dem Armcalorimeter und auf andere Weise erwiesen habe[2]. Je geringer das Leitungsvermögen der Stoffe, je grösser die Dicke,

1) Biolog. Gesetze, a. a. O. Archiv für Hygiene, Bd. XI, S. 198, 213, 221, 255 u. ff.

2) Archiv für Hygiene, Bd. IX, S. 51 ff.

um so weniger kann Wärme nach aussen gelangen, bis schliesslich der Wärme, welche sonst im nackten Zustand bei 25 bis 26° zu Verlust ging, der Weg völlig verlegt ist[1]).

Im selben Maasse, wie diese Hemmung wirkt, schaffen dann zwei Mittel die überflüssige Wärme aus dem Körper weg, die steigende Hautwärme an den bekleideten und unbekleideten Stellen und vor allem die Verdunstung von der Haut.

Ihrer zweiten Aufgabe, eine vor Insulten aller Art schützende Oberhaut zu sein, wird die Kleidung also nur durch eine Aenderung der Art des Wärmeverlustes und zwar zumeist unter Erhöhung des Wasserverlustes durch die Haut gerecht, auf welch' letzteren Fall wir später noch näher eingehen werden. Der Bekleidete hat also unter Umständen eine Haut, deren Drüsenthätigkeit energisch in Anspruch genommen wird, deren Blutfülle eine andere, und deren Oberflächenbeschaffenheit durch die sich ansammelnde Feuchtigkeit eine Aenderung erlitten hat. Diese Veränderungen geben der Hautpflege ganz bestimmte, bedeutungsvolle Ziele.

Die Kleidung kann bei hohen Temperaturen sehr wohl zu einer Ueberwärmung des Körpers führen, wenn sie nicht nur Strahlung und Leitung unterdrückt, sondern zugleich der Wasserverdunstung Hindernisse bereitet. Die Temperatursteigerung des Blutes kann unter derartigen Verhältnissen die Gesundheit nicht nur vorübergehend stören, sondern das Leben geradezu gefährden.

Die Kleidung wirkt bei hohen Lufttemperaturen nicht allein durch ihr Wärmeleitungsvermögen, sondern namentlich noch durch die eigenartigen Feuchtigkeitszustände der Kleidungsluft, und die Schwierigkeiten, welche sie unter Umständen dem Eindringen der Luftbewegung entgegensetzt.

Nur mit einer gewissen Voreiligkeit würde man aber den Schluss ziehen, dass allemal mit dem Tragen der Kleidung in solchen Fällen, in denen sie offenkundige Ueberwärmung hervorruft, auch mit einer mehr oder minder starken Vermehrung der

1) Siehe auch Archiv für Hygiene, Bd. XXIII, S. 31.

Wasserverdampfung Hand in Hand gehen muss. Bestimmte Eigenthümlichkeiten der Kleidung können auch dahin führen, wie später näher auseinandergesetzt werden soll, dass eine theoretisch zu erwartende Mehrabgabe von Wasserdampf durch einen compensirenden Vorgang wieder abgeglichen wird.

Wärmeschutz und Ueberwärmung sind zwei wesentliche Wirkungen, die nur die Kleidung vermitteln kann. Auf welche Eigenthümlichkeiten der Gewebe beide Vorkommnisse zurückgeführt werden müssen, und welche experimentell messbaren Eigenschaften ausschlaggebend für die Beurtheilung in dieser Hinsicht sind, lässt sich unschwer angeben.

Maassgebende und wesentliche Eigenschaften sind: Dicke der Stoffe und Leitungsvermögen, Wärmestrahlung. Die Dicke der Stoffe hat bei der Beurtheilung insofern besonderen Werth, als man für praktische Fälle einerseits wissen muss, wie viele Lagen dazu gehören, einen bestimmten Temperaturschutz zu ermöglichen, oder andererseits zu erörtern, inwieweit man in der Lage sei, der Ueberwärmung vorzubeugen, was gleichfalls von Werth sein kann. Die Feststellung der Dicke der Stoffe gehört, wie sie mit Hilfe des von mir angegebenen Sphärometers[1]) ausgeführt wird, zu den einfachsten Aufgaben. Je dünner der Stoff, um so minderwerthiger ist der Wärmeschutz, weil aus praktischen Gründen die Zahl der Stofflagen keine beliebige sein kann.

Die wärmenden Eigenschaften der Stoffe sind weiter abhängig von dem Leitungsvermögen der Stoffe[2]); ein Vergleich der Gewebe in dieser Hinsicht kann nach verschiedenen Gesichtspunkten hin vorgenommen werden. Die praktisch wichtigen Ziele eines solchen Vergleiches habe ich an anderer Stelle schon gegeben, sehe aber doch den Anlass gegeben, zur Vereinfachung der hygienischen Ausdrucksweise eine Definition und Bezeichnungsweise für die Wärmedurchgängigkeit zu besprechen und auch zu begründen, um eine Verständigung zu erleichtern und irrthümlichen Auffassungen zu begegnen.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 44.
2) Archiv für Hygiene, XXIV, S. 265 u. 346.

Die wärmenden Eigenschaften eines Gewebes werden bei unseren Betrachtungen unter verschiedenen Umständen zur Berechnung herangezogen.

Ausser Betrachtung bleibt zunächst das Leitungsvermögen der compacten Wolle, Seide, Baumwolle u. s. w.; denn es ist dargethan, dass die Wärmeleitung innerhalb dieser Substanzen ungleich erfolgt, und dass die feste luftfreie Substanz der Wolle am schlechtesten, besser die Seide, am besten die Cellulose leitet. Darüber bedarf es im Folgenden keiner weiteren Untersuchungen.

Von Bedeutung ist der Einfluss der charakteristischen Webweise auf den Wärmedurchgang; es muss immer geprüft werden, ob einem Gewebe hinsichtlich seines Aufbaues ein besonderer Werth zuzusprechen ist, und ob es bekannte Typen der Webweise überflügelt. Die wesentlichen Grundeigenschaften, welche charakteristisch auf den Wärmedurchgang wirken, habe ich schon früher eingehend geschildert.

Um die Ausdrucksweise zu erleichtern, will ich das Leitungsvermögen, soweit dasselbe ausschliesslich von der Anordnung der Fäden im Gewebe[1]) abhängig ist, typisches nennen. Dieses typische Leitungsvermögen bezieht sich bei allen in Betracht zu ziehenden und mit einander zu vergleichenden Geweben auf ein und das nämliche spec. Gewicht, d. h. auf die gleiche Raumfüllung des Calorimeters[2]).

Ein Gewebe desselben Typus kann aber in sehr verschiedener Dichte hergestellt werden; die Dichte bemisst sich nach der Stoffmenge und dem Luftgehalt. Diese Eigenschaft ist also eine variable und gilt nur für die betreffende Handelswaare von bekanntem spec. Gewicht. Man wird bei der praktischen Beurtheilung der Gewebe das Wärmeleitungsvermögen auch kennen müssen, in wie weit es von dem natürlichen spec.

1) Und der Grundsubstanz.

2) Je 6 g Substanz.

Gewicht des Stoffes abhängig ist. Diese Grösse will ich in Zukunft zur Vereinfachung **reelles Leitungsvermögen** heissen.

Für das typische und reelle Leitungsvermögen sind die Einheiten: 1 qcm Fläche, 1 cm Dicke, 1 Sec. Zeit, die 1 g Cal. und 1° Temperaturunterschied.

Man bedarf schliesslich zur raschen Verständigung noch eines dritten Werthes; man wird sich fragen, wie viel Wärme durch einen Stoff, den man in Anwendung zieht, hindurchgelassen wird. Dies ist leicht zu erfahren, wenn man in die Werthe für das reelle Leitungsvermögen noch die Dicke der Handelswaare einführt, dadurch verliert aber das Rechnungsergebnis die Berechtigung, noch Leitungsvermögen genannt zu werden. Zum Unterschied von den beiden anderen Bezeichnungen will ich die Menge von Wärme, welche durch 1 qcm Fläche bei 1° Temperaturdifferenz der Begrenzungsflächen, 1 Sec. Zeit, dem üblichen spec. Gewicht der Handelswaare, und für die übliche Dicke hindurchgeht den absoluten Wärmedurchgang nennen und diese Bezeichnung als Terminus technicus im Folgenden beibehalten.

Das typische Leitungsvermögen ist maassgebend für eine principielle neue Erfindung; bietet aber noch keinerlei Anhaltspunkte zur definitiven Beurtheilung eines Gewebes.

Das reelle Leitungsvermögen ist ein variables im Verhältnis zum typischen, aber doch nicht beliebig, weil die Grundstoffe Wolle, Seide, Leinen, Baumwolle, nicht zu Geweben von beliebigen spec. Gewichten sich verarbeiten lassen.

Der absolute Wärmedurchgang ist zwar auch eine für Stoffe derselben Webart variable Grösse, aber auch wieder begrenzt und abhängig von der Art der Grundsubstanz, weil diese letztere der Herstellung dünner Stoffe durch ihre Eigenart ungleiche Schwierigkeiten bereitet.

Der absolute Wärmedurchgang bietet also einen kurzen Ausdruck für den Werth einer Handelswaare, wobei aller-

dings ein sehr variabler Factor, die natürliche Dicke der Stoffe, mit in Rechnung gestellt ist.

Wenn wir wissen, mit welcher Art von Bekleidung wir einen bestimmten Temperaturschutz erreichen, so lässt sich damit, wenn das Leitungsvermögen der Stoffe näher bekannt ist, berechnen, mit welcher Dicke der Schicht bei einer anderen Wahl eines Bekleidungsstoffes sich der gleiche Effect der Wärmehaltung erzielen lässt. Zwei in dieser Weise verglichene Bekleidungen nenne ich thermisch gleichwerthig.

Kennt man diese Gleichwerthigkeit, dann lässt sich in vielen Fällen sofort entscheiden, welche Bekleidungsweise die rationellere ist. Wenn sich z. B. zeigt, dass die Last zweier thermisch gleichwerthiger Bekleidungen ganz ungleich ist, so besitzen wir damit ein wichtiges Criterium. Die menschliche Bekleidung krankt ja an dem Umstand, dass sie ausserordentlich viel mehr wiegt als der Pelz der Thiere. Schwere Kleidung ist eine unnöthige Last, welche bei Bewegungen einen nicht zu vernachlässigenden Aufwand an Kraft erfordert und bringt auch noch manche andere Nachtheile mit sich. Zur Beurtheilung praktischer Fragen wird man also von der thermischen Gleichwerthigkeit in erster Linie ausgehen können.

Die thermische Aequivalenz kann ergeben, dass bei Ersatz eines Stoffes durch einen anderen die Zahl der Stofflagen vermehrt werden muss. Die Kleidung des Mannes wie der Frau besteht bei uns — tropische Verhältnisse ausgenommen — immer aus mehreren Lagen. Am häufigsten findet sich diese Sitte bei der Frauenkleidung. Sehr zahlreiche Stofflagen kann man nicht gerade als zweckmässig bezeichnen, weil die Vermehrung der Stofflagen durch Faltenbildung Hohlräume erzeugt, welche zwar zur Wärmehaltung beitragen können, aber doch das Unangenehme haben, dass sie eine rasch wechselnde Eigenschaft der Kleidung darstellen, welche gerade dann, wenn wir sie am nothwendigsten brauchen, bei nasser Kleidung am ehesten ihre Dienste versagt.

Die thermischen Eigenschaften der Kleidung sind mit dem Wechsel der relativen Feuchtigkeit verschieden; auch dieses

Umstandes ist zu gedenken, wenn thermisch äquivalente Kleidungen aus ungleicher Grundsubstanz verglichen werden.

Schutz vor Wärmeverlust bietet die Kleidung nicht allein und ausschliesslich durch ihr specifisches Leitungsvermögen, dasselbe ist auch von den äusseren Bedingungen insoferne abhängig, als auch die Oberflächentemperatur für den Verlust bestimmend ist. So weit die variablen äusseren Bedingungen hierbei in Betracht kommen, haben wir dem früher Gesagten nichts hinzuzufügen. Aber es gibt eine für den Wärmeverlust der Kleidung maassgebende specifische Eigenschaft, welche auf die Oberflächentemperatur einwirkt, das ist die Wärmestrahlung. Wie ich vor Kurzem dargethan habe[1]), macht die Menge des auf die Strahlung zu beziehenden Verlustes 43,7 % aller abgegebenen Wärme aus[2]), und da das specifische Strahlungsvermögen der Gewebe um 24 bis 30 % differiren kann, bleibt also die Möglichkeit einer recht erheblichen Rückwirkung auf das Wärmehaltungsvermögen der Kleidung zu berücksichtigen.

Die Verwendung von Wärme schlecht strahlender Kleidungsstücke zur äusseren Bedeckung begegnet aber weiteren Schwierigkeiten durch die Beziehungen zwischen Webweise und Strahlung. Eine geringe Strahlung haben die glatten Gewebe, eine gute Strahlung die lockeren Gewebe, wie Tricot und Flanelle. Die glatten Gewebe sind aber jene mit hohem spec. Gewicht, mit wenig Lufteinlagerung und mit wenig beweglicher Luft, ein Umstand, der für die äussere Bedeckung nicht ohne Bedenken sein wird.

Die Berücksichtigung der Strahlung wird uns meistens dadurch erleichtert, dass diejenigen Stoffe, welche zur äusseren Bekleidung verwendet werden, ein sehr ähnliches Strahlungsvermögen besitzen. Ich habe für 15° C. per 1 qm Fläche 1° Temperaturdifferenz und 1 Stunde Zeit in Cal. als Strahlungswerthe gefunden[3]) bei:

---

1) Archiv für Hygiene, Bd. XVI, S. 105 und Bd. XVII, S. 1.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 69. S. auch später S. 178.

3) Archiv für Hygiene, Bd. XVII, S. 16.

glatter Seide	3,46	Cal.
appretirter Baumwolle	3,65	»
Waschleder	3,97	»
Sommerkammgarn	4,11	»
gewaschener Baumwolle	4,25	»
Wollflanell	4,51	»
Tricot-Seide	4,53	»
» Baumwolle	4,53	»
» Wolle	4,58	»

Also nur in seltenen Fällen wird man die Verschiedenheit der Strahlung mit in Rechnung ziehen müssen.

Von den Eigenschaften, welche für eine »Gesammtkleidung« wichtig sind, erwähne ich hier nur die Beziehungen der Farbe zur Aufnahme der Sonnenstrahlung; eine sommerliche Kleidung erfordert andere Farben wie eine Winterkleidung. Weiter darauf einzugehen, scheint mir nicht nothwendig, da die Wirkung der Farbe für die Absorption von Wärmestrahlen und Lichtstrahlen, speciell jene der Sonne, ausreichend bekannt ist.

Nach einer Ueberwärmung in der Kleidung kommt häufig genug der Fall vor, dass die Kleidung nun plötzlich dem Wärmeschutz zu dienen hat, dass sie also nach dem Zustand der Durchfeuchtung wieder der regelmässigen Wasserdampfabgabe zu dienen hat. Diese Vorgänge sollen keinen plötzlichen Temperatursturz erzeugen, sondern ein allmähliches Ueberleiten ohne grossen einschneidenden Wärmeverlust.

Vermittelt wird ein solcher möglichst rationeller Uebergang von Ueberwärmung zu Wärmeschutz durch Eigenthümlichkeiten, welche wir kennen. Wie ich gezeigt habe, beruht ein günstiges Verhalten in dieser Richtung auf dem Vorhandensein von frei emporragenden Stützhaaren, auf gleichbleibender Elasticität, geringer specifischer Wärme, grossem Luftreichthum. Diese Eigenschaften sind nicht nur an die Verarbeitung des Grundmaterials, sondern auch an die Grundsubstanz gebunden, und es leistet in dieser Hinsicht Wolle weit mehr wie die anderen Stoffe.

Es gibt Menschen, welche Wolltricot und Wollflanell nicht tragen können, ohne lebhafte Reizzustände der Haut oder selbst Hautausschläge zu bekommen. Mit der Wolle als chemischer Substanz hängt dies offenbar nicht zusammen, sondern mit der Oberflächenbeschaffenheit des Tricot-, Flanell- oder auch Kreppgewebes. Feine, glattgewebte Wollgewebe zeigen fast nie die gerügten Nachtheile.

Bedarf die Haut überhaupt eines besonderen Reizes durch die Kleidung? Die in der Haut befindlichen sensiblen Endorgane vermögen bei den einzelnen Geweben die Eigenart des Aufbaues auf's Feinste zu unterscheiden. Die Glätte und Rauhheit der Gewebe werden in den feinsten Abstufungen unterschieden. Manche Gewebe sind so hart und rauh, dass sie nicht nur unangenehme Empfindungen, sondern geradezu Abschürfungen und Wundsein verursachen. Dem Schweiss gut zugängliche Stellen werden leicht angegriffen. Besonders gefährlich für die Haut sind aus stark gezwirnten Leinenfäden hergestellte Gewebe. Weicher sind im allgemeinen die Baumwollgewebe.

Manche glauben, dass die Haut eines besonderen andauernden Reizes durch ein Kleidungsstück bedürfe, um gesund zu bleiben: von diesem Gesichtspunkt ausgehend, befürwortet man das Tragen grober Gewebe. Es darf eine solche Anforderung nicht generell geregelt werden; die Haut verschiedener Menschen verhält sich ungleich. Die angeblich beobachtete günstige Wirkung der gröberen Gewebe beruht auf anderen Ursachen als auf dem Hautreiz. Wenn man geradezu Hemden aus Frottirtuch herstellt, so muss ich bezweifeln, dass damit etwas für die Allgemeinheit Nützliches empfohlen wird. Ein stetiger gleichartiger Reiz ist der Gesundheit kaum förderlich.

Andererseits muss aber anerkannt werden, dass durch den menschlichen Organismus eine möglichste Glätte von Bekleidungsstoffen auch nicht erfordert wird, und das Bestreben nach solchen Geweben hat zu manchen Verirrungen auf dem Gebiete der Bekleidungslehre geführt, zu Nachtheilen, welche durch neue Reformen erst wieder beseitigt werden müssen.

Die meiste Behaglichkeit verdanken wir jenen Geweben, welche durch einzelne hervorstehende Fasern eine gewisse Luftisolirschicht erzeugen; wie gesagt, bedingen solche gerne einen gewissen Kitzel an der Haut, der für manche Personen unerträglich ist.

Ich will es nicht von der Hand weisen, dass innerhalb gewisser Temperaturgrenzen, und zwar etwa dann, wenn an sich die Haut schon nahe dem Zustand gelangt, in welchem sie sich äusseren Umständen gegenüber activ[1]) verhält, die Rauhigkeit einen die Thätigkeit der Haut förderlichen Einfluss hat; vielleicht mag dies nicht allgemein, sondern nur für gewisse Personen gelten. Ein eigenartiges Wärmegefühl wird durch das Streichen von Pelzsorten mit der Hand hervorgerufen; eine Veränderung im Aussehen der Haut habe ich bei der Hohlhand nicht finden können. Der Versuch hat bei bestimmten Pelzen ein sehr frappantes Resultat. Würde sich mit der Zeit herausstellen, dass auch dieser Umstand näherer Beachtung werth ist, so würde das mikroskopische Bild, und eventuell die Messung mit einem von mir construirten Instrument, dem Rauhigkeitsmesser vergleichbare Anhaltspunkte liefern können.

Bei Beurtheilung der Kleidung für hohe Temperaturen ist das Bestehen der thermischen Gleichwerthigkeit natürlich nicht ausschlaggebend, im Gegentheil wird über die Brauchbarkeit der Kleidung gerade nach dem Gesichtspunkt entschieden werden müssen, dass thunlichst der dünneren Bekleidung der Vorzug gegeben wird, voraussichtlich, dass die sonstigen Eigenschaften sich gleich verhalten. Allerdings tritt der Fall, in welchem wir nach diesen Gesichtspunkten zu entscheiden haben, in unserem Klima nur ganz ausnahmsweise ein.

II.

Eine nicht unwichtige Beziehung, welche im Vorhergehenden bereits gestreift wurde, hat die Bekleidung zur Ausscheidung von

1) Rubner und Lewaschew, Archiv f. Hygiene, Bd. XXIX, S. 53.

Wasserdampf aus der Haut. Sie kann auf die Grösse der Entwässerung einen bedeutungsvollen Einfluss üben.

Ihre Wirkung in dieser Hinsicht wird verständlich, wenn man zunächst die Beziehung der Wärme unserer Umgebung zur Wasserdampfausscheidung überhaupt in's Auge fasst. Ich habe zuerst beim Meerschweinchen und beim Hunde nachgewiesen, dass die Wasserdampfausscheidung eine Function der umgebenden Temperatur ist. Bei Ersterem, dessen Verhältnisse zwischen 0° bis 40° C. untersucht wurde, zeigte sich, dass die Wasserdampfabgabe von einem ziemlich hohen Werthe bei 0° abfällt bis gegen 15 oder 16°, um von hier ab continuirlich zu steigen. Die Grösse der Wasserdampfausscheidung bewegte sich zwischen 0 bis 16° etwa in ähnlichem Sinne, wie überhaupt beim Meerschweinchen die Oxydation abläuft. Späterhin bei steigender Temperatur wächst die Wasserdampfabgabe, während die Grösse der Wärmebildung anfänglich noch sinkt oder annähernd gleich bleibt. Mit zunehmender Lufttemperatur muss also von 14 oder 16° ab der procentige Antheil, in welchem Wärme durch Verdunstung verloren geht, stetig zunehmen. Ganz ebenso verhielt es sich bei dem Hunde; mit von 7,3° ab steigender Temperatur wächst auch die Menge des ausgeschiedenen Wasserdampfes; die Vermehrung der Wasserdampfausscheidung bei sehr niedriger Temperatur wurde nicht beobachtet, weil solche niedrige Temperaturgrade wie bei den Meerschweinchen experimentell nicht geprüft worden waren[2]). Beispielsweise mögen die Zahlen der Wasserdampfausscheidung beim hungernden Hund per 1 kg Lebensgewicht, 24 Stunden und absoluter Trockenheit angeführt sein.

Temp. der Luft	Wasser	Temp. der Luft	Wasser
7,0	19,3	20,0	26,6
10,5	20,5	25,0	27,7
15,0	23,0	30,0	42,9.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XI, S. 193.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XI, S. 197 u. 209

Namentlich bei hohen Temperaturen steigt die Verdampfung ausserordentlich rasch. Mit Zunahme der Luftwärme wächst, wie erwähnt, die Grösse des Wärmeverlustes mit dem Wasserdampf. Bei 25° fand ich (bei nicht absolut trockener Luft), dass 24,4% der Wärme durch Wasserverdunstung gebunden waren[1], bei 30° 32,2% und bei 35° sogar 67,4%.

In eben dem gleichen Maasse fällt die Menge der Wärme, welche auf anderen Wegen verloren wird, und welche ich des kurzen Ausdruckes halber als Verlust durch Leitung und Strahlung bezeichne; ich fand folgendes[2]:

Leitungs- und Strahlungsverlust in Cal. per 1 kg:

Temp.	Cal.	Temp.	Cal.
7,6	71,7	25,0	37,3
15,0	49,0	30,0	30,0
20,0	37,3	35,0	(22.4)[3].

Der Wärmeverlust bei 35° = 100 gesetzt, steigt bei 7,6° auf 320, während die gesammte Wärmebildung in beiden Fällen nur unbedeutend differirt. Man sieht aus diesem Beispiel die Nothwendigkeit einer scharfen Trennung zwischen Gesammtwärmeproduction und der Wärmeabgabe auf bestimmten Wegen. Wenn man mittelst eines Calorimeters nur den Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung misst, so ist dies kein Maassstab für die Gesammtwärmeproduction, und ebenso wenig eine Untersuchungsmethodik, welche etwa gleiche Ergebnisse mit einer Messung des Stoffwechsels, der Kohlensäureabgabe oder Sauerstoffaufnahme zu liefern braucht[4].

---

1) Archiv für Hygiene, Bd. XX, S. 350.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XI, S. 285.

3) Ergänzt nach Archiv für Hygiene, Bd. XX, S. 363. Der Werth ist zu gross, weil nicht absolut trockene Luft berechnet wurde.

4) Der auf Leitung und Strahlung bezogene Wärmeverlust umfasst auch den Verlust durch Erwärmung der Athemluft; bei hoher Temperatur ist dieser Weg der Wärmeabgabe beim Hunde wegen der eintretenden Polypnö so gross, dass ein gewisser Bruchtheil von dem auf Leitung und Strahlung kommenden Reste wohl abzuziehen sein dürfte. Beachtenswerth ist aber, dass die Temperaturdifferenz zwischen eingeathmeter und ausgeathmeter Luft immer kleiner wird.

Für den Menschen wurde zuerst durch die von mir und Lewaschew[1]) ausgeführten Untersuchungen der Nachweis für den Zusammenhang zwischen Lufttemperatur und Wasserdampfabgabe dargethan. Unsere Versuchsperson schied bei absoluter Lufttrockenheit aus, bei:

	p. 1 Std.		p. 1 Std.
15°	39 g	23°	78 g
20°	57 g	25°	82 g.

Bei 29° Lufttemperatur und 6% Feuchtigkeit wurden schon 105,0 g Wasserdampfausscheidung erreicht.

Bei einem Manne B. fand ich bei leichter Sommerkleidung, mittlerer Kost, mittlerer Luftfeuchtigkeit, pro Stunde in mehreren, je 6stündigen Versuchen, bei:

34°	99 g H_2O
25°	61 » »
11°	58 » »

Ebenso haben die von 10 bis 40° C. für jeden Temperaturgrad ausgeführten Respirationsversuche Wolpert's[2]) meine Befunde bestätigt.

Der Mensch stellt sich in seiner Wasserdampfausscheidung, obschon die Art der Abgabe wesentlich verschieden von der bei den meisten Thieren, in quantitativer Hinsicht und in Bezug auf die Temperatur, sehr ähnlich den übrigen Organismen. Nach etwas höheren Werthen der Wasserdampfabgabe bei niedrigen Lufttemperaturen fällt die Ausscheidung etwa bei behaglicher Stubentemperatur (bei mittlerer Kost und geringer Menge des Fettpolsters) auf ein Minimum, um sodann wieder zu steigen. Folgende Tabelle, welche nach bereits veröffentlichten Versuchen berechnet ist[3]) kann als Orientirung gegeben sein; sie betrifft die Werthe eines 58 kg schweren Mannes (H.) bei etwa 6% relativer Feuchtigkeit für die Stunde:

1) Rubner und Lewaschew, Archiv für Hygiene l. c.

2) Wolpert, Hygienische Rundschau 1897.

3) Ich werde demnächst im Zusammenhang auf die Fragen der Wärmeökonomie und Wasserverdampfung eingehen. Die Kleidung des Mannes H erlaubte nicht, höhere Temperatur anzuwenden.

Lufttemp.	Gesammtwärme-production (a und b)	Wärme durch Wasserverdunstg. (a)	Rest (b)
15°	84,8	21,8	63,0
20,4°	78,6	32,4	46,2
23,0°	73,4	43,6	29,8
25,4°	82,7	45,2	37,5
28,9°	86,6	63,0	23,6.

Der nach Abzug der Wasserverdampfungswärme verbleibende Rest verhielt sich bei 28,9 zu dem bei 15° wie 100 : 266, während die Gesammtwärmeproduction bei 28,9° sogar etwas höher ist als bei 15°, was zur Bestätigung dessen dienen kann, was oben über die Beziehungen zwischen einzelnen Wegen der Wärmeabgabe zur Gesammtwärmeabgabe gesagt worden ist.

Die mitgetheilten Thatsachen mögen genügen, um zu beweisen, dass alles, was die Wärme in dem Körper zurückhält, von mittlerer Temperatur[1]) ab, die Wasserdampfabgabe zu steigern in der Lage ist. Die Fähigkeit der menschlichen Bekleidung, in diesem Sinne wärmend zu wirken, ergibt sich von selbst aus ihren physikalischen Eigenschaften; es erscheint mir überflüssig, weiter auf diese Wirkung einzugehen. In logischer Consequenz werden wir erwarten müssen, dass die Kleidung wie die steigende Temperatur die Wasserverdampfung zu mehren im Stande ist.

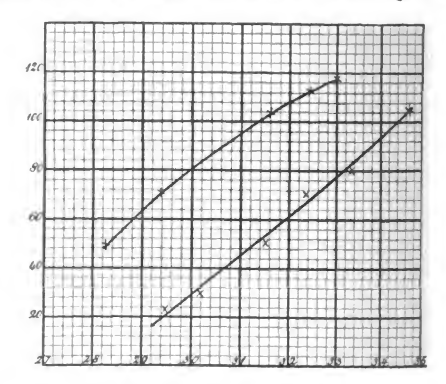
Direct nachgewiesen wurde die Steigung der Wasserverdampfung von der Haut durch Bekleidung in meinem Laboratorium durch Schierbeck.

Durch die Versuche von Schierbeck ist erwiesen, dass durch ein einziges Kleidungsstück (Wollhemd, Wollhose) bei hohen Lufttemperaturen und in der Ruhe die Hautthätigkeit in ganz erheblicher Weise für die Mehrausscheidung in Anspruch genommen wird. Am deutlichsten wird dieser Einfluss, wenn man die beiden graphischen Darstellungen von Schierbeck über die Wasserdampfausscheidung von der Haut in einem Bilde vereinigt Man sieht, wie die Curve des Bekleideten in allen

1) Bei sehr niedriger Temperatur kann die Wärme auch eine Verminderung der Wasserdampfabgabe herbeiführen.

Fällen höher geht wie die der Nackten; eine einzige Stofflage vermag diese Wirkung hervorzubringen.

Aus der graphischen Darstellung kann man etwa die in nachstehender Tabelle gegebenen Mittelzahlen ableiten. Die Differenzen zwischen nackt und bekleidet sind am grössten bei 30°, mit steigender Temperatur werden sie wieder kleiner. Die Curven würden sich schliesslich auch wieder vereinigen müssen,



weil schliesslich die Wärmeverlustbehinderung durch die steigende Lufttemperatur einer Grenze sich nähert, welche die bekleidete Haut schon etwas früher erreichen muss.

Wasserdampfausscheidung.

	nackt	bekleidet
30°	25 g	85 g
31°	40 »	100 »
32°	55 »	110 »
33°	70 »	120 »
34°	90 »	125 »

Die Wirkung der Bekleidung auf eine Vermehrung der Wasserdampfabgabe ist manchmal kein untergeordneter Vorgang,

sondern ein sehr wesentlicher. Die Wasserabfuhr aus dem Körper der Culturmenschen wird unter allen Umständen von der Kleidung beeinflusst; dieses Moment wirkt stetig und erscheint deshalb als ein besonders wichtiges.

Wie für die Haut allein, lässt sich auch für den Menschen im Ganzen die Beeinflussung der Wasserverdampfung durch die Kleidung beweisen. Die Verhältnisse sind übrigens nicht derartig schematisch aufzufassen, dass unter allen Umständen dieselbe Kleidung auch denselben Effect auf die Mehrung des Wasserdampfes hat.

Um die Wirkung der Kleidung in dieser Hinsicht zu verstehen, müssen wir in Betracht ziehen, dass dieselbe ein Hindernis für den Verlust durch Leitung und Strahlung dartellt; ihre Wirkung ist also von der Art, wie der Körper auf die Behinderung des Wärmeverlustes reagirt, abhängig. Bei leichter Kleidung wird schon von mittleren Temperaturen ab die Wasserverdampfung durch die steigende Wärme vermehrt, also dürfen wir auch durch die Vermehrung der Kleidung unter diesen Umständen dasselbe erwarten. Wenn sich aber bei sehr hohen Lufttemperaturen der Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung einem Minimum nähert, so ist es natürlich für den Körper von keiner grossen Bedeutung, dass durch die Veränderung der Kleidung — ohne Aenderung anderer Verhältnisse — der Rest von Strahlung und Leitung ganz aufgehoben wird.

Dies habe ich durch directe Beobachtung auch bestätigt gefunden und will einige der hierhergehörigen Experimente kurz erwähnen.

Im Mittel mehrerer 6stündiger Respirationsversuche ergab sich bei einer Person B. bei mittlerer Kost, leichter Sommerkleidung oder nackt, als Wasserdampfausscheidung in Gramm pro Stunde:

Lufttemp.	nackt	bekleidet
34°	108	99
25°	39	61

bei einem Neger unter ähnlichen Verhältnissen:

27°	50	56.

Beim Europäer liess sich bei 34° eine wasserdampfmehrende Wirkung nicht nachweisen, wohl aber bei 25°, beim Neger war bei 27° gleichfalls eine Steigerung der Wasserdampfabgabe durch die Kleidung gegeben. Die angewendete Bekleidung war ungemein leicht. Der Einfluss der Kleidung wird durch einen Umstand modificirt, welcher in verschiedenen Fällen sehr wechselnd sich gestaltet, durch die Eigenart der in der Kleidung befindlichen Atmosphäre.

Die relative Feuchtigkeit in der Kleidung stellt sich sehr häufig niedriger als sie in der umgebenden Luft ist, wie Linroth zuerst dargethan hat. Die Luft in der Kleidung ist also häufig trockener, aber auch, wie Lewaschew und ich gezeigt haben, mitunter — ohne dass Schweissablagerung eingetreten — auch feuchter wie die der Umgebung. Da aber gerade die relative Feuchtigkeit, wie wir erwiesen haben, so wichtig für die Menge des ausgeschiedenen Wasserdampfes ist, so bedingt die Beschaffenheit der Kleiderluft auch die Menge des Wasserverlustes. Bei den eben angeführten Experimenten war die Luft in der Kleidung um etwa 6% feuchter als die umgebende Atmosphäre, die Wasserverdampfung, so weit sie durch das Bekleiden, d. h. die wärmende Wirkung der Kleidung erhöht wird, ist eine also etwas grösser, als der directe Versuch uns gezeigt hat. Bei den hohen Temperaturen (von 25° ab) kommt es häufig zur Durchnässung der Kleidung mit Schweiss, wodurch die Wärmewirkung der Kleidung bedeutend sinkt.

Wie sehr die warme Bekleidung die Wasserverdunstung anregt, sieht man auch aus dem Umstand, dass der Mensch im Bette mehr Wasserdampf ausscheidet als im wachen, ruhenden Zustand, obschon die Wärmeproduction im Bette bei absoluter Ruhe kleiner ist als während des Wachseins.

Die Wirkung der Kleidung wird in absolutem Maasse um so grösser, je bedeutender die Wärmeproduction überhaupt ist; unter den Momenten, welche diese steigern, ist aber keines so wichtig als die Arbeit. Bei 17 bis 19° und mittlerer Feuchtigkeit und Arbeit wird etwas mehr CO_2, aber fast 7 mal so viel Feuchtigkeit ausgeschieden als in der Ruhe. Im wachen Zustand, d. h. unter

den Bedingungen unseres Berufes im täglichen Leben kommen die Einflüsse der Bekleidung in der gedachten Richtung also weit mehr zur Geltung als in den gewissermaassen unnatürlichen Verhältnissen eines Experimentes im Respirationsapparate, bei welchem man aus anderen Gründen eine thunlichste Ruhe erzwingt.

Indem die wärmende Wirkung der Kleidung, wenn sie ein gewisses Maass überschreitet, oder bei gewissen Aussenbedingungen uns in ein wärmeres Klima versetzt, macht sie die Haut für alle Einflüsse, welche auf die Verdampfung wirken, empfänglicher. Schwankungen der Luftfeuchtigkeit erzeugen einen grösseren Einfluss als bei geringer Bedeckung durch Kleidung, auch die Luftbewegung entführt weit mehr Wasser als sonst unter gleichen Verhältnissen.

Die Kleidung bringt also unter den gedachten Verhältnissen im gewissen Sinne eine Ueberwärmung zu stande, welcher der Körper im allgemeinen durch Abwehrmittel gerüstet, gegenübersteht. Es ruht dabei ein grösseres Gewicht, als gerade nothwendig ist, auf der Rolle der Wasserverdampfung.

Diese Zustände sind ungemein häufig im täglichen Leben. Die Kleidung mit ihren gleichbleibenden Eigenschaften vermag den wechselnden Bedingungen der Wärmeproduction, wie sie namentlich die Arbeit erzeugt, nicht zu folgen, und es sind daher zeitweise Ueberwärmungen etwas ganz gewöhnliches, auch bei Personen, denen in der Wahl der Kleidung ein Missgriff nicht vorgeworfen werden kann. Aber auch als schlechte Gewohnheit begegnet man einer übermässig reichlichen Bekleidung durchaus nicht selten.

Die Art der Vertheilung auf die einzelnen Wege der Wärmeabgabe kann aber im Zustande der Wärmesparung und der Ueberwärmung verschieden sich gestalten.

Im ersteren Falle steht der Verminderung des Wärmeverlustes durch Leitung und Strahlung kein compensirender Einfluss auf dem Gebiete der Wasserverdampfung gegenüber, ja es ist nicht ausgeschlossen, dass bei sehr niederer Temperatur die Kleidung entschieden *sparend* auf die Wasserverdampfung einwirkt, oder dass das Uebergewicht der letzteren gegenüber Leitung und Strahlung nur ein relatives ist.

Im Gebiete der Ueberwärmung aber kann die Kleidung je nach ihren thermischen Eigenschaften mehr oder minder reichlich Wasser zur Verdampfung bringen.

Bei niederer Temperatur beträgt die Wasserdampfabgabe etwa 558 g, wodurch 20,66% des Wärmeverlustes gedeckt werden.

Tabelle I.

Die ganze Bilanz ergibt also folgende Zahlen bei 17,5°:[1])

	Absolut in Cal.:		an % der Gesammtwärme:	
Athmung	35		1,29%	
Arbeit	51		1,88 »	
Erwärmung der Kost	42		1,55 »	
Wasserverdunstung .	558		20,66 »	
Leitung	833	2014	30,85 »	74,59%
Strahlung	1181		43,74 »	
Summe:	2700			

Bei höheren Temperaturen steigt das Procentverhältnis des Wärmeverlustes mit der Wasserverdunstung erheblich an, bis schliesslich die Verdampfung allein die ganze Wärmeabgabe besorgt. Wolpert hat zuerst den Fall beobachtet, dass bei 35 bis 40° die Wasserverdampfung mehr Wärme bindet, als überhaupt der Körper des Bekleideten producirt hat. Sind die Bedingungen für die Verdunstung günstig, so fällt trotz der hohen Umgebungstemperatur, vermuthlich durch die starke Verdunstungskälte, die Kohlensäureausscheidung wieder ab, wie wir direct beobachtet haben.

Eine überreichliche Wasserdampfabgabe, wie sie durch überreichliche Kleidung bedingt wird, ist kein gesunder Zustand, wir haben keine Veranlassung, unseren Organismus in einer gewissen Ueberwärmung zu halten und den Hautorganen stetige Arbeit aufzubürden. Wenn aber immer Gelegenheit geboten ist, den Wasserdampf leicht wieder abzugeben, so mag die Sachlage weniger bedenklich sein.

Bedenklich vom gesundheitlichen Standpunkte sind die Fälle, in welchen die Kleidung zwar Ueberwärmung hervorruft,

1) Archiv für Hygiene, XXVII., S. 69.

zu gleicher Zeit aber dem Abfluss des Wasserdampfes ein Hindernis bereitet.

Stauung des Wasserdampfes in der Kleidung bedingt das Bangigkeitsgefühl. Das Gefühl der Wärme, welches zu reichliche Kleidung hervorruft, ist Jedermann bekannt; man sucht sich unter solchen Umständen der überflüssigen Kleidung möglichst rasch zu entledigen. Man hat früher wohl angenommen, dass es sich dabei im allgemeinen um eine Wärmestauung handle. Ich habe vielfach Gelegenheit genommen, in solchen Fällen, in welchen die Kleidung zu warm hält, die Hauttemperaturen zu messen, und auch die Bluttemperatur ist mehrfach bestimmt worden. Von einer thatsächlichen Steigerung der letzteren habe ich aber bis jetzt, auch bei recht störenden Gefühlen nichts erweisen können, womit natürlich nicht gesagt sein soll, dass man es schliesslich durch recht unsinnige Bekleidung und bei recht hohen Temperaturen auch zu Erhöhung der Bluttemperatur würde bringen können. Aber mit dem gewöhnlichen störenden Hitzegefühl braucht eine wirkliche Ueberhitzung nicht Hand in Hand zu gehen. Nachweisbar ist in vielen Fällen die Steigerung der Hauttemperatur über die bei mittlerer Bekleidung gegebene Norm[1]).

In einer ungewöhnlich warmen Umgebung befindet sich immer und bei Wohlbefinden der Neugeborene; wir haben gesehen, dass ein an die Haut gebrachter Thermometer bei ihm auf 36° und 36,5° steigen kann[2]). Dieser hohe Wärmegrad scheint für den jungen Organismus unentbehrlich zu gutem Gedeihen, und bei den meisten Kindern wird man mit einer Minderung der Wärme nur Schaden hervorrufen und die normale Darmthätigkeit stören.

Das Gefühl zu grosser Hitze entsteht, wie ich anderen Orts[3]) bemerkt habe, auch ohne dass etwa die betreffenden ruhenden Personen in profuser Schweisssekretion sich befinden.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXIX.
Rubner und Lewaschew, Archiv für Hygiene, a. a. O.

2) Rubner und Heubner, Zeitschrift für Biologie, Bd. XXXV.

3) Rubner und Lewaschew, Archiv f. Hygiene, a. a. O.

Das Gefühl bezeichnet man am besten mit dem Ausdruck der Bangigkeit. Es kommt auch zu Stande bei gewöhnlicher Temperatur und mittlerer Bekleidung, vorausgesetzt nur, dass letztere der Luftbewegung keinen freien Durchtritt gestattet[1]. Ventilationslose Kleidung ist, wie wir zuerst gesehen haben, eine Ursache für das Entstehen des Bangigkeitsgefühles[2]), und man kann, wenn man genau beobachtet, durch das Einlegen einer dünnen Guttaperchaschicht in die Kleidung diese störende Empfindung hervorrufen.

Wie man sich an viele Gefühle allmählich akkommodiren kann, so geht es auch mit den geringeren Graden des Bangigkeitsgefühles. Ich glaube, dass heutzutage die Mehrzahl derer, die unsere europäische Bekleidung tragen, sich in unzweckmässiger Weise an solche unhygienische Zustände akklimatisirt hat. Die Schwerfälligkeit der Menschen, die Mode, die geringe Verbreitung der Kenntnisse über die Kleidung hält die Einzelnen zurück, mit dem Alten und Veralteten zu brechen. Wir haben in dem Gehalt der Kleidungsluft an CO_2 einen directen Maassstab gefunden, um die Grade der Luftstauung in den Kleidern zu messen[3]), und ich habe für die Gewohnheit des Stärkens von Leinwand gezeigt, wie sich Nachtheile für den Wärmeaustausch entwickeln[4]).

Wie ich später noch ausführlich begründen werde, muss alles darauf angelegt werden, eine Kleidung zu beschaffen, die möglichst selten zum Bangigkeitsgefühl Anlass gibt und die Menschen müssen sich gewöhnen an eine Kleidung, welche ihnen freiere Beweglichkeit garantirt, als die bisherigen schlechten Bekleidungsweisen gestatten. Der Mensch hat in sich den Trieb zur Bewegung; es drängt den Gesunden zu mechanischer Arbeitsleistung. Und bietet der eigene Beruf nicht die nöthige Bewegung, so macht sich die Lust zu Körperbewegungen aus gesundheitlichen Gründen geltend. Die sportmässigen Uebungen,

1) Schierbeck, a. a. O.
2) Reichenbach, Archiv für H giene, Bd. XIII, S. 113 ff.
3) Schierbeck, Archiv für Hygiene, a. a. O.
4) Rubner, Archiv für Hygiene, Bd. XXV, S. 286.

das Turnen, Radfahren, Marschiren, die Wanderlust und das Spiel sind solche Aeusserungen. Eine unzweckmässige Kleidung stört bei allen diesen Bewegungsäusserungen, die unangenehme Empfindung der Bangigkeit und Ueberwärmung nimmt die Lust zur Arbeit und wir akkommodiren uns allmählich an die Unzweckmässigkeit der Kleidung, von der dann sogar gewissermaassen unsere ganze Lebensordnung abhängen kann.

Die Leistungsfähigkeit in der Kleidung ist abhängig von ihrer Regulirung des Wasserdampfgehaltes. Eine hygienisch gute Bekleidung hält die Wasserverdampfung in engeren Grenzen, als es ohne eine solche der Fall wäre. Denn nach Maassgabe der Grösse der Wasserverdunstung von der Haut und der Lufterneuerung in der Kleidung, bildet sich eine besondere Atmosphäre in derselben, deren relative Feuchtigkeitsgrenzen von der freien Atmosphäre wesentlich abweichend sein können[1]). Bei raschem Wechsel der Luftfeuchtigkeit, den ich in besonderen Experimenten studirt habe, fühlt man nicht die ganze Wirkung sofort, nur die freien Hautstellen geben unmittelbar die Empfindung der Kühle in trockener und die Empfindung der Wärme (oder Bangigkeit) in feuchter Luft. Im Uebrigen fühlen wir nur, was die Luft in der Kleidung als Reiz erzeugt, und dieser letztere erfolgt erst, nachdem ein Austausch der Kleiderluft mit der freien Atmosphäre eingetreten ist, also nach einiger Zeit. Bei ganz gleichen Aussenbedingungen, also gleicher Temperatur und gleicher Feuchtigkeit, kann die künstliche Atmosphäre bei verschiedener Kleidung ganz erheblich abweichen.

Es ist aber schwer, eine allgemeine Regel dafür zu geben. Bei hohen Feuchtigkeitsgraden der Luft kann man die schon von Clas Linroth[2]) gemachte Beobachtung bestätigen, dass die Kleideratmosphäre trockener ist, wie die umgebende Luft, wie sich an der Hand der von mir über die Kleidungswärme angestellten Messungen in einfachster Weise erklärt. Aber bei

1) Rubner und Lewaschew, a. a. O.

2) Zeitschrift für Biologie, Bd. XVII, s. auch oben S. 176.

sehr trockener Luft haben Lewaschew und ich die Sachlage völlig anders gefunden, die Luft in der Kleidung ist dann feuchter wie die Aussenluft.

Wie sehr also die Kleidung für die Trockenheits- und Feuchtigkeitsgrade der specifischen Kleideratmosphäre maassgebend ist, dürfte hiemit ausreichend klar gelegt sein. Doch verdient noch ein anderes Moment, nämlich die Wärmewirkung der Kleidung selbst, besondere Erwähnung und Erwägung. Wir haben schon oben von den Zuständen gesprochen, die wir kurzweg als Ueberwärmung bezeichneten. Indem dabei die Hauttemperatur erhöht sein kann, und vielleicht allgemein wirklich vermehrt ist, bringt dies eine kräftige Wirkung auf die Wasserausscheidung hervor, die sich namentlich auch in dem Sinne geltend macht, dass die Haut allen äusseren wasserentziehenden Mitteln gegenüber wenig widerstandsfähig sich erweist. Wie Luftfeuchtigkeit und Wind einer freien Wasserfläche gegenüber eine erhebliche Kraft auf die Verdunstung äussern, so hat man dies auch für gewisse Zustände der Haut (active Haut) erweisen können[1]).

Nach dem Dargelegten bedarf es keines weiteren Beweises, dass die Kleidung in ihrem Verhältnis zur Entwärmungsweise der Haut im allgemeinen von besonderer Wichtigkeit ist, und dass wir hinsichtlich der Entwässerung unseres Körpers mit der Kleidung als einem wesentlichen Factor rechnen müssen. Die Wirkung der Kleidung kann eine sehr mächtige sein, da sie stetig und unter allen Umständen des täglichen Lebens sich geltend macht. Lebensgewohnheiten in Hinsicht körperlicher Leistung, die Flüssigkeitsaufnahme und die specifische Thätigkeit der Haut werden beeinflusst, und ich trage kein Bedenken, in eigenartig unzweckmässiger Bekleidung eine Ursache pathologischer Erscheinungen anzunehmen.

Mit einer interessanten specifischen Eigenschaft der Wolle, Seide und vegetabilischen Faser hat die Hygieniker das Studium der hygroskopischen Wasseraufnahme bekannt gemacht. Die

1) Rubner und Lewaschew, Arch. f. Hygiene, Bd. XXIX, S. 53 ff.

erstere nimmt viel, Seide weniger, sehr wenig die vegetabilische Faser auf. Rohmaterial[1]) und Handelsgewebe verhalten sich gleich.

Mit der Aenderung des hygroskopischen Wassergehaltes, welche an und für sich nicht sehr beträchtlich ist, gehen, wie ich gezeigt habe, bei Wolle sehr erhebliche Aenderungen im Leitungsvermögen Hand in Hand, in entsprechend geringerem Grade ändern sich die Wärmeleitungsvermögen der Seide und von Leinen und Baumwolle. Die Kleidung ist für gewöhnlich von Luft mit geringerer relativer Feuchtigkeit erfüllt, als die Luft unserer Umgebung an Feuchtigkeit besitzt. Eine beginnende Ueberwärmung muss in einer Zunahme der relativen Feuchtigkeit der Kleidungsluft zum Ausdruck kommen. Das hygroskopische Verhalten arbeitet also in dem Sinne der Wärmeregulation und unterstützt diese; am meisten ist dieser Vortheil bei der Wollkleidung gegeben. In diesem Sinne kann man also auch sagen, dass die Wollkleidung unter diesen genau bestimmten Verhältnissen die Entwärmung des Körpers begünstigt, und dass der Schweissausbruch entweder vermieden oder aber etwas verzögert werden kann. Die Veränderung durch die Zunahme hygroskopischen Wassers in der Kleidung gibt das Bindeglied zur Einlagerung tropfbar flüssigen Wassers in dieselbe.

Die nämlichen Grundeigenschaften können unter anderen Verhältnissen gerade für die Wolle ungünstig werden, nämlich bei hoher Luftfeuchtigkeit und mässig kühlen Tagen und dann, wenn Wollgewebe unter wenig permeablen Kleidungsstücken, z. B. einem Leinenhemd u. s. w., getragen wird; meist wird ein Nachtheil der Wollgewebe, wie ich schon oben angegeben, durch eine andere Eigenschaft, ihre Permeabilität für Luft, wegen ihrer grossen Lockerheit mehr als aufgehoben.

Wenn ich indess von der Erhöhung des Leitungsvermögens durch hygroskopisches Wasser spreche, muss ich zugleich angeben, dass natürlich auch der in den Hohlräumen eingeschlossenen

1) v. Pettenkofer, Zeitschrift für Biologie, Bd. I, S. 180. — Clas Linroth, Zeitschrift für Biologie, Bd. XVII, S. 184.

feuchten Luft ein Antheil an der Mehrung des Wärmeleitungsvermögens zukommen kann.

Ich habe früher die Frage, in wie weit der Wasserdampfgehalt der Luft Aenderungen im Leitungsvermögen für Wärme erzeugen möchte, offen gelassen. Gelegentlich der Controllirungen meines Calorimeters habe ich auch mehrere vergleichende Bestimmungen über das Luftleitungsvermögen gemacht, nachdem in das Calorimeter ein Tropfen Wasser gebracht war, was ausreichend erschien, den Luftraum mit Wasserdampf zu sättigen. Ich erhielt

für trockene Luft (40—50% Feuchtigkeit) 0,000356 β log ϵ
» 100% feuchte Luft . . . . 0,000385 » » »

Dies spricht also für eine Betheiligung feuchter Luft am Wärmeverlust, wenn ein Körper in einer Luft von mittlerer Feuchtigkeit erkaltet.

Unter vollkommen normalen Bedingungen muss für die Beseitigung des von der Haut ausgeschiedenen Wassers in Dampfform gesorgt sein; es ist dies die wirksamste Form der Entwärmung des Körpers.

Man kann in allen möglichen Variationen die Forderung erheben hören, man solle die Luft nicht von der Haut abschliessen und Luft in der Kleidung müsse ihren guten Zweck haben, denn ungelüftete Kleidung sei schädlich.

Aber sobald man an die specielle Aufgabe der Bekleidung herantritt, so mangelt es an einer Sicherheit, wie man sich entscheiden sollte. Was ist denn eine luftige Kleidung, welcher Grad von Luftgehalt ist denn zuträglich, welcher schädlich, welcher Luftgehalt und Lüftungsgrad der Kleidungsstoffe ist vorhanden? Auf alle diese Dinge gab es früher keine Antwort, weil man weder die Grösse des Luftgehaltes noch auch des Lüftungsgrades, insoweit letzterer für die praktische Bekleidung von Werth und Einfluss ist, bestimmen konnte.

Die Lüftbarkeit der Kleidung ermöglicht die Beseitigung des von der Haut ausgeschiedenen Wasserdampfes; wie durch die Kleidungsventilation der Kohlensäuregehalt der Kleiderluft sinkt, so fällt auch die relative Feuchtigkeit, und

mitunter sinkt sogar die Wasserdampfspannung unter das in der Atmosphäre vorhandene Verhältnis. Die Lüftbarkeit bedingt daher einerseits eine Veränderung des Behaglichkeitsgefühles der Kleidung, das wesentlich mit der Wasserdampfspannung zusammenhängt, anderseits eine Aenderung des Leitungsvermögens der Stoffe selbst. Die zu irgend einem thermischen Zweck erforderliche Kleidung darf unter keinen Umständen ein Hindernis für den Luftwechsel sein und lüftbare Kleidung ist unter allen Umständen einer anderen vorzuziehen.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Lüftbarkeit in einem feuchten, namentlich aber feuchten und warmen Klima; da hiebei Schwierigkeiten für die Wasserdampfabgabe entstehen, die durch eine reichliche Erzeugung noch gesteigert werden, kann die feuchte Luft eines feuchten Klimas nur ihrem Zwecke dienen, wenn sie reichlich durch die Kleidung einzudringen vermag, also bei günstigsten Permeabilitätsverhältnissen. Aus dieser Beziehung erklärt sich auch der Vorzug, welchen poröse lüftbare Stoffe bei der Seebevölkerung besitzen.

In einer den physiologischen Verhältnissen völlig angepassten Kleidung muss der Wasserdampf, ohne vorher eine Condensation erlitten oder tropfbar flüssig die Kleidung durchnetzt zu haben, mit der Kleidungsluft entfernt werden. Die grundlegenden Eigenschaften einer Kleidung, welche zu dieser idealen Wirkung führen, lassen sich leicht angeben, es ist dies die Permeabilität der Gewebe[1]).

Die Permeabilität lässt sich approximativ beurtheilen nach dem spec. Gewicht der Gewebe und dem Luftreichthum. Je grösser das spec. Gewicht und je geringer der Luftreichthum, um so geringer der Luftdurchtritt; und je grösser der Luftreichthum und je kleiner das spec. Gewicht, um so mehr Luft wird durchgelassen. Diese generelle Regel erfährt aber, wie ich gleichfalls zuerst festgestellt habe, einige Ausnahmen, die sich durch die Festigkeit oder die lockeren Gefüge des Fadens, gleichmässiger oder ungleichmässiger Vertheilung der Grundstoffe bei

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 249.

gleichem spec. Gewicht, die Anordnung des Gewebes und z. B. die Fältelung bei den Crêpestoffen erklären lässt.

Wegen des grossen Unterschiedes in der Permeabilität kann eine einzige Lage eines dichten Stoffes alles Darunterliegende ganz ventilationslos machen, weshalb auf die Art der Anordnung der Schichten unserer Bekleidung besonderes Gewicht zu legen ist.

Nicht minder wichtig bleibt der Umstand, dass die Gewebe auch bei Benetzung unter keinen Verhältnissen ventilationslos werden dürfen.

Hat man ein poröses Gewebe und legt davon mehrere Schichten übereinander an, so sinkt unter gleichzeitiger Behinderung des Wärmeverlustes die Luftcirculation[1]), weil proportional der Zunahme der Dicke, wie ich nachgewiesen habe, der Widerstand für die Luft zunimmt. Schützt man sich mit einer dicken Kleidungslage gegen zunehmende Kälte, so fällt zumeist der Widerstand gegen das Luftvermögen deshalb nicht sehr in's Gewicht, weil mit zunehmender Kälte ja auch die Triebkraft, der Impuls für die Ventilation wächst.

Permeabilität und Wärmeleitungsvermögen müssen in einem idealen Gewebe in einem bestimmten Verhältnis stehen; und mit dem Wärmehaltungsvermögen sollte auch im allgemeinen die Permeabilität etwas zunehmen. Das ist in der That durch die Natur des Aufbaues der Kleidungsgewebe gewährleistet, denn diejenige Componente, welche am meisten zur Wärmehaltung beiträgt, ist die Luft, und wo sich letztere in reichlichem Maasse findet, da fehlt es auch nicht an der Permeabilität. So treten also das spec. Gewicht und Porenvolum immer wieder als wichtige elementare Eigenschaften der Gewebe uns entgegen. Eine natürliche Begrenzung findet der Luftreichthum der Gewebe in der Festigkeit derselben, welche sie, um gebrauchsfähig zu sein, besitzen müssen. Welche Anforderung an die Festigkeit der Gewebe zu stellen sei, ist an dieser Stelle nicht weiter zu erörtern; wir besitzen technische Methoden, um die Zugfestigkeit genau zu bestimmen.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXV, S. 93, 97 ff.

Wärmehaltende, ungenügend permeable Bekleidungsweisen können Pelze abgeben. Ich habe auf diesen Umstand schon früher besonders aufmerksam gemacht.

Vom gesundheitlichen Standpunkt betrachtet, sind namentlich wenig warmhaltende Gewebe, welche zugleich schwer permeabel sind, als ungünstig und verwerflich zu beurtheilen. Wie gleich im Nachstehenden näher erörtert werden soll, führen sie sehr leicht zur Ablagerung von Schweiss, der gerade unter diesen Umständen zu groben Störungen und unangenehmen Empfindungen Veranlassung geben kann. Es findet eine rasche und gewaltige Veränderung des Wärmeleitungsvermögens statt, die so hochgradig sein kann, dass ein übermässiger Wärmeverlust eintritt, der lange dauernd anhält, weil für die Verdampfung des den Wärmeverlust bedingenden Wassers es an geeigneten Bedingungen fehlt.

Für die praktische Beurtheilung der Permeabilität besitzen wir nicht nur in den methodischen quantitativen Messungen des Luftdurchtritts durch Gewebe unter bestimmtem Druck Anhaltspunkte zur Beurtheilung, sondern die Untersuchung der Kleidungsluft auf ihren Kohlensäuregehalt erlaubt unter den verschiedenartigsten Verhältnissen ein sicheres Urtheil über den Grad der Luftbeweglichkeit.

Die S c h w e i s s a b l a g e r u n g in der Kleidung und das Verhalten der Kleidung im benetzten Zustande sind wesentliche Vorkommnisse, welche bei der Beurtheilung des Werthes einer Bekleidungsweise von maassgebender Bedeutung zu sein pflegen. Ungenügende Permeabilität einer Kleidung kann zur Schweissansammlung direct an der Haut oder zur Condensation in einzelnen Schichten Veranlassung geben. Es kann dadurch eine Kleidung, welche W ä r m e s c h u t z erzeugen soll, unfähig werden, dieser Function zu genügen.

Häufiger tritt die Ablagerung von Schweiss[1]) (von der Regendurchnässung mag im Folgenden abgesehen sein) bei Ueber-

---

1) Bei schwitzenden nackten Personen wird bei mittleren Feuchtigkeitsgraden der Luft oft $^1/_8$—$^1/_6$ des Schweisses durch Ablaufen verloren.

wärmung durch die Kleidung ein, sei es nun, dass eine vermehrte Wärmeproduction etwa bei Muskelarbeit und Ueberernährung vorliegt, oder dass die Bedingungen für die Abgabe, Luftfeuchtigkeit, Bewegung, Permeabilität, ungünstig sich gestaltet haben.

Der ideale Zustand, welchen wir durch unsere künstliche Bekleidung anstreben müssen, bestünde darin, dass aller infolge der Erwärmung reichlicher erzeugte Schweiss sofort auch Gelegenheit fände zu verdunsten, um damit seine maximalste Leistung der Wärmebindung zu bethätigen.

Ablagerung von Schweiss ist also immer in gewisser Beziehung etwas anormales, wenn schon dieselbe immerhin bis zu einem gewissen Grade der Entwärmung dienen kann. Der Grad der Ueberwärmung bedingt die Grösse der Schweisssecretion aus den Drüsen. Die durch die Schweisseinlagerung in die Kleidung veranlassten Folgezustände sind verschieden. Der Schweiss kann durch seine Einlagerung in das Kleidungsgewebe während der Zeit einer überreichlichen Wärmeproduction oder Wärmestauung durch Aenderung des Leitungsvermögens der Kleidungsstoffe die Entwärmung des Körpers begünstigen. Leistet diese Wirkung auch nicht quantitativ dasselbe wie die Verdunstung des Schweisswassers, so ist ihre Mitwirkung bei der Wärmeökonomie doch sicher nicht zu unterschätzen.

Der Schweiss kann aber auch unter solchen Umständen in der Kleidung sich finden, unter denen die durch ihn bedingte Vermehrung der Wärmeproduction etwas störendes ist. Häufig wird dieser Zustand bei dem Arbeitenden beobachtet, da die Arbeit durch mehr oder minder lange Ruhepausen unterbrochen zu werden pflegt. Geringe Permeabilität der Kleidung, auch gewisse Webweisen der Stoffe führen zu solch unzweckmässigem Zurückhalten des Schweisses. Die durchnässte Kleidung bedingt länger anhaltenden starken Wärmeverlust, und die schliessliche Verdampfung des Wassers verlegt die durch die Schweisssecretion physiologisch erwartete Wärmeentziehung auf einen Zeitpunkt, in wechem eine Ueberproduction an Wärme überhaupt nicht mehr vorhanden ist. In solchen Fällen besteht die Haupt-

gefahr einer abnormen Wärmeentziehung und Erkältung.

Die Benetzung mit Schweiss verläuft in den einzelnen Fällen sehr ungleich. Denken wir uns das Entstehen von Flüssigkeit auf der Haut, so ist deren nächste Wirkung sehr verschieden. Ein engporiger Stoff, dessen Grundsubstanz (oder Imprägnirmittel, Fett etc.) eine gute Anziehung für Feuchtigkeit besitzt, durchnetzt sich schnell in mehr oder minder weitem Umfange, bis das Wasser aufgesaugt ist. Die Bearbeitungsweise ist nicht ohne Wichtigkeit, je gleichmässiger und kleiner die capillaren Räume sind, je mehr capillare Räume, um so grösser die Wirkung. Daher Tricot und Flanelle weniger aufsaugen, als die glatten Gewebe.

Eine anscheinende Ausnahme machen nur gefältelte Stoffe; im Grunde genommen bestehen sie aus glattem Gewebe, daher trotz ihres grossen Luftreichthums die grosse Saugwirkung. Nach meinen Erfahrungen scheint es nicht nothwendig, Gewebe zu construiren, welche ein besonders gutes Aufsaugungsvermögen haben, weil selbst die schlecht aufsaugenden Baumwolltricots aus ungebleichten Faden und die Wolltricots unter den am Körper gegebenen Bedingungen ausreichend mit Wasser sich beladen können. Lebhaftes Aufsauge-Vermögen verräth kleinere Poren und bedingt ein langes Zurückhalten des Wassers bei der Verdunstung.

Zwei Lagen desselben Stoffes an einander lagernd tauschen das Wasser nicht so schnell aus als wenn eine einheitliche Schicht eines doppelt so dicken Gewebes mit dem Wasser in Berührung kommt. Für die Behaglichkeit einer Kleidung kommt es auch darauf an, wie weit gewissermaassen der Schweiss eindringen kann und wie gross das Terrain ist, auf welchem er sich vertheilt. Handelt es sich um ein glattes Gewebe aus Leinen, Baumwolle, Seide, so wird der Akt der Aufsaugung fast momentan vollzogen. Derartige Stoffe liegen der Haut nur locker an, insoweit sie zufällig kleine Fältchen bilden, sie entbehren aber der den Wollgeweben eigenartigen hervortretenden Haare, welche wie Stützen eine isolirende Schicht zwischen Haut

und Gewebe erzeugen. Die Stoffe füllen ihre sämmtlichen Poren, quellen zum Theil (Leinen) und fallen unter der Last des die Poren füllenden Wassers zusammen und legen sich fest an die Haut[1]. Es ändert sich also mit einem Schlage die Dicke der Kleidung an der durchnetzten Stelle durch die Glättung und das Leitungsvermögen durch die Wasserbenetzung, und die Permeabilität wird aufgehoben. Die Haut empfindet an einer mehr oder minder ausgedehnten Stelle plötzlich den vermehrten Wärmeverlust als Kälte.

Zu einer solchen plötzlichen Durchnässung, welche ausserordentlich unangenehm empfunden wird, gehört gar nicht viel Wasser; ich war oft erstaunt, nur einen Gewichtszuwachs des Hemdes von 40—50 g zu finden, wenn die Klagen über Durchnässung schon recht energische waren. Es ist dies aber wohl verständlich, wenn man erwägt, dass diejenigen Stoffe, welche so leicht störend sich durchnässen, glatte Leinen- oder Baumwollgewebe, oft nur 0,3 mm dick, sind, so dass sie für den Quadratcentimeter annähernd nur 15 mg Wasser zu absorbiren vermögen. Der Effect der Durchnässung hängt also wesentlich von der Beschaffenheit der ersten, die Haut deckenden Schicht ab. Dickeres Leinen oder Baumwolle ist schon um deswillen besser, als die nasse Fläche bei gleicher Wasserausscheidung aus der Haut kleiner sein wird als bei dünnen Stoffen, und dass auch die Glättung bei Nässe viel geringer ist als bei den dünnen. Dickes Bauernleinen gewinnt solche Steife, dass es selten in benetztem Zustand gleichmässig anliegt. Das Fehlen der Permeabilität lässt die Haut nass, bis eine ausreichende Verdunstung dem Luftstrom neue Wege öffnet; so wird die erstmalige Durchnetzung gleich wieder eine Ursache für die weitere Einlagerung von Schweiss, der nach Maassgabe der Verdunstung von der Oberfläche der benetzten Gewebe weiterhin capillar aufgesaugt wird. Wir haben also mit solchen Geweben vielerlei Unannehmlichkeiten zu ertragen, den raschen Temperatursturz bei der Durchnässung, die

[1] Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 51.

Hemmung der Bewegung, feuchte Haut und anhaltende Ausscheidung von Schweiss.

Wesentlich anders gestaltet sich der ganze Vorgang, wenn die Gewebe dicker sind, wenn sie reichlich Luft einschliessen und wenn die Natur der Grundsubstanz überhaupt wenig Verwandtschaft zu Wasser besitzt. Aus einem Gewebe wandert das Wasser nicht ganz leicht in ein darüber liegendes zweites hinein.

Von den Wollgeweben, die sich nur in seltenen Ausnahmefällen reichlicher mit Wasser füllen, wissen wir, dass ihre Adhäsion nie eine bemerkenswerthe ist, die Tricots verschiedener Grundsubstanzen oder noch lockerere Gewebe füllen sich unter den hier in Betracht kommenden Fällen nie ganz mit Wasser. Sie bestehen also immer aus festen Stoffen, Wasser und Luft, wodurch ihr ganzes Verhalten bestimmt wird.

Da ich mich bereits an anderer Stelle über diese Verhältnisse auf Grund von Untersuchungen geäussert, so möchte ich hier nur das Wesentliche nochmals berühren. Der Temperatursturz wird weit kleiner als bei luftarmen Geweben, doch kann bei Leinen und manchen Baumwoll- und Seidengeweben die luftreiche Grenzschichte zwischen Haut und Kleidungsstoff sich vermindern — während bei Wolle kaum eine Aenderung eintritt —, wodurch dann die hohe specifische Wärme anliegender benetzter Stellen zu localen vorübergehenden Empfindungen der Kühle Veranlassung geben kann. Aber die Freiheit zahlreicher Poren für den Luftdurchtritt ermöglicht den Zutritt der Luft bis an die Haut und kann neben der Austrocknung des Gewebes zugleich darauf hinarbeiten, dass die Stagnation feuchter Luft an der Haut beseitigt wird, und führt unter den am Körper gegebenen Verhältnissen zu einer nicht von aussen nach innen langsam fortschreitenden, sondern zu einer vom Körper nach aussen schreitenden Trocknung, und stellt also bald Verhältnisse her, unter welchen die unangenehme Empfindung der Kühle schwindet.

Man spricht in Laienkreisen viel von der specifischen Wirkung der Gewebe verschiedener Grundsubstanz auf die Hautthätigkeit, womit man freilich recht verschiedene Dinge mit einbegreift. Vielfach schiebt man dem einen oder anderen

der Stoffe ein Vermögen zu, schweisstreibend zu wirken; diese Wirkung würde also hier im Zusammenhang mit dem Vorstehenden zu behandeln sein. Die kritische Untersuchung hat keine Anhaltspunkte dafür gegeben. Von den specifischen Wirkungen auf die Haut selbst lassen sich bei sorgfältiger Untersuchung der Kleidung meist gar keine, oder doch nur solche Beeinflussungen nachweisen, welche nicht den Grundstoffen, sondern mehr den Geweben zukommen.

Manche betrachten die Wolle geradezu als ein schweisstreibendes Mittel, wobei man an eine unmittelbare Einwirkung auf die Haut und deren Drüsen denkt. Ich habe schon vor Jahren nachgewiesen, dass die Annahme solcher directer Einwirkungen auf die Haut jeder sachlichen Unterlage entbehrt. Nur insofern eine Kleidung im allgemeinen die Wärmeökonomie beeinflusst und den Wärmeverlust hindert, kommt es zu Schweissausbruch und zwar zunächst an den Stellen, wo die Schweissdrüsen am zahlreichsten stehen, oder wo gerade die Verdunstung am meisten gehemmt ist. Man erhält flüssigen Schweiss sehr häufig und zuerst unter dem Hute und da wo die Lederfütterung desselben aufsitzt, und wenn man an einer Hand einen baumwollenen und an der anderen einen Lederhandschuh trägt, zuerst unter dem Lederhandschuh u. s. w.

Die im allgemeinen richtige Erfahrung, dass man in Wollgeweben häufig schwitzt, beruht in den betreffenden Fällen nicht auf einer specifischen schweisstreibenden Wirkung der Wolle, sondern auf der von mir erwiesenen Thatsache, dass die Handelswaaren aus Wolle viel dicker sind als andere für die gleichen Zwecke gekaufte Gewebe aus Seide, Leinen oder Baumwolle, wodurch unter geeigneten Verhältnissen eine Ueberwärmung zu Stande kommt.

Bei normaler Haut und gesunden Menschen hat sich nicht zeigen lassen, dass hinsichtlich ihres Wärmehaltungsvermögens den gleichartigen Geweben aus Wolle, Seide, Baumwolle specifische Wirkungen zukommen, wie sie von den völlig ununterrichteten Kleiderreformatoren behauptet werden.

Ein eigenartiges Verhalten, das mit der Natur der Grundsubstanz zusammenhängt, ist die Schweisswanderung in der Kleidung. Lockere Gewebe lassen den Schweiss leichter durch sich hindurchwandern als dichtere, aber die Wolle hat in dieser Hinsicht einen wesentlichen Vortheil vor den anderen Grundsubstanzen voraus. Wir können nur wünschen, dass gerade die der Haut benachbarten Schichten möglichst bald vom Schweiss befreit werden. Die Kleidung darf nicht zu lange den Schweiss an unserer Haut zurückhalten, sie muss, wenn durchnetzt, alsbald durch Austrocknung wieder sich des Wassers entledigen können. Dies tritt nicht immer ein; unter ungünstigen Verhältnissen bleibt die Kleidung so feucht, dass die Expidermis darunter geradezu aufquillt und durch einfaches Abschaben beseitigt werden kann. Dieser Einfluss ist gewiss nicht ohne Nachtheil, da die in Schweiss gequollene Epidermis wieder trocknet und eine schmutzige Oberhautschicht darstellt, oder wenn sie entfernt wird, die Haut weicher und dünner, also empfindlicher und für Infection geeigneter zurücklässt.

Die glatten Gewebe haben den Nachtheil, dass sie die von der Haut ausgeschiedenen Bestandtheile in nächster Nähe der Haut und in concentrirtester Form zurückhalten.

Auch in porösen Geweben kann stellenweise, wenn geeignete Capillarräume vorhanden sind, solch' eine Concentration von zersetzlichem Material eintreten.

Bei glatten Geweben pflegt dann nach einer Benetzung der üble Geruch intensiver zu sein, wie bei anderen, weil die Verdunstungsgrösse, bei glatten Geweben erheblicher ist. Das verdunstende Wasser reisst, ähnlich wie es bei der Destillation geschieht, die riechenden Bestandtheile mit sich.

Ist nur eine einzige Kleidungsschicht vorhanden, etwa bei einer Tropenkleidung, und lagern die äusseren Verhältnisse so, dass die Kleidung für die Behinderung der Wärmeabgabe gar nicht weiter in Betracht kommt, so kann man auch die Vorzüge, welche ein Stoff für die Schweissverdunstung hat, als maassgebend für seine Verwendung ansehen. Nicht

die Verdunstung an der Oberfläche der Kleidung, sondern aus allen Porenräumen und selbst von der Haut direct ist von Wichtigkeit. Diese Forderung erfüllen nur die hochgradig porösen Stoffe[1]).

Ein glattgewebter nasser Stoff über einem porösen, behindert auch des letzteren Verdunstung; ein poröser über einem glatten, fördert die Verdunstung von Seiten des letzteren.

Die Schweisssecretion und die Ueberwärmung setzen die Leistungsfähigkeit für Muskelarbeit herab. Die Schweisssecretion kann geradezu erschöpfend auf den Menschen einwirken; nach einer starken andauernden Secretion fühlt man sich völlig zerschlagen und müde. Freilich können wir nicht immer genau auseinanderhalten, ob die Abgabe des Wassers, die Thätigkeit der Drüsen, oder die Einwirkung der die Schweisssecretion veranlassenden Temperatur die wahre Ursache für diese Erscheinung ist.

Die Schweisssecretion steht nicht in einem unmittelbaren Verhältnis der Abhängigkeit zur Wärmeregulation, so etwa, dass genau nur diejenige Schweissmenge erzeugt würde, welche bei der Verdunstung die überschüssige Wärmemenge bindet, soweit diese auf anderem Wege nicht beseitigt werden kann Diejenige Schweissmenge allerdings, welche von der Kleidung aufgesogen, abgewischt wird, oder abfliesst und abtropft, ist für die nutzbringende Abkühlung des Organismus verloren und muss in anderer Weise ersetzt werden, wenn der Körper nicht überwärmt werden soll.

Die Lüftbarkeit und eine genügende Lüftung hat für die Haut aber noch eine weitergehende Bedeutung, auf die ich später noch näher eingehen werde; die sogenannte Abhärtung der Haut wird meist mit sehr wenig ergiebigen Mitteln betrieben und mit Eingriffen, welche ihrer Wirkung nach das

1) Die Wichtigkeit dieses Vorganges beweist die früher angeführte Beobachtung, dass reichlich verdunstender Schweiss eine Abkühlung des Körpers hervorrufen kann.

erstrebte Ziel nicht erreichen lassen. Zur Reinheit der Haut und Functionstüchtigkeit gehört nicht nur die Bearbeitung mit Seife und Wasser, sondern auch ein wohlregulirtes Abwaschen durch die darüber wegstreichende Luft.

Nachtheile sind mit dem Tragen wasserdurchfeuchteter Kleidung immer verbunden; daher wird bei der Wahl der Stoffe auf die thunlichst beste Lüftung zu achten sein.

Die Eigenschaften der Kleidung in ihrer Beziehung zur Durchnässung lassen sich auch durch die bereits bisher festgestellten Methoden prüfen. In erster Linie ist auch hiebei spec. Gewicht und Porenvolumen von grösster Bedeutung, da lockere Gewebe den dichten im allgemeinen überlegen sind. Die Webweise und der Grundstoff bedingen Besonderheiten, die sich namentlich hinsichtlich der Aufnahme des Wassers bei der Benetzung äussern. Im grossen und ganzen wird man die minimale Wassercapacität bestimmen müssen; an der Hand der Kenntnis von dem Aufbau des Gewebes im feuchten Zustande lassen sich meist alle wünschenswerthesten Aufschlüsse ertheilen. Für die Wärmeleitung im feuchten Zustande wird man sich an die allgemeinen Angaben halten können, welche von mir früher gemacht worden sind. Wasser wirkt bei gleicher Menge in glatten Geweben stärker die Leitung mehrend, als in den lockeren Geweben; mit der Menge des eingelagerten Wassers nimmt die Wärmeleitung zu.

Für die Beurtheilung der Unterkleidung kommt ferner das Wärmeleitungsvermögen in trockenem und benetztem Zustand in Betracht Wenn in zwei verschiedenen Geweben gleich viel Raumtheile Wasser aufgenommen werden, schwankt das Leitungsvermögen sehr ungleich. Stoffe gleicher Raumfüllung mit Wasser und festen Stoffen, aber ungleicher Grundsubstanz, zeigen immer einen Unterschied im Leitungsvermögen. Dabei stellt sich die Wolle besser wie Seide und Leinen. Ein glattgewebter Stoff wird benetzt ungünstiger beeinflusst als ein Tricotgewebe oder Flanell, doch kommen viele Eigenthümlichkeiten in Betracht, so dass manche weitere Beobachtung nothwendig werden

wird. Wenn ein Gewebe zwischen dem Leitungsvermögen in trockenem Zustand und bei minimalster Wassercapacität geringe Schwankungen aufweist, so ist es am behaglichsten. Am vortheilhaftesten werden solche Gewebe sein, bei welchen zwischen trocken und feucht ein allmählicher Uebergang durch das hygroskopische Wasser vorbereitet wird. Je weniger ruckweise diese thermischen Aenderungen geschehen, um so besser.

Auch bezüglich der Permeabilität kann man die Hemmung des Luftaustausches als durch die Volummengen des eingelagerten Wassers bedingt, ansehen. Die Adhäsion[1]), Elasticität[2]), Schweisswanderung[3]), Verdunstung[4]) lässt sich nach den von mir gegebenen Methoden oder nach meinen experimentellen Messungen genügend beurtheilen.

Je nach dem körperlichen Zustand der Arbeitsleistung, die ja bekanntlich die Hauptursache der verschiedenen Wärmeproduction ist, muss eine verschiedene Art der Bekleidung gewählt werden; man stösst also auf keine besonderen Schwierigkeiten, den Aufgaben des täglichen Lebens gerecht zu werden. Für den Ruhenden wird man in der Wahl der Bekleidung anders verfahren müssen, da bei diesen an sich eine Ueberproduction an Wärme nicht oder selten vorliegt. Recht häufig stellen sich im täglichen Leben für die Wahl der Kleidung die Verhältnisse nicht so einfach, oft genug müssen wir, ohne einen Kleidungswechsel vorzunehmen, Arbeit leisten, oder inmitten der Arbeit folgt eine längere Ruhepause; sonach muss häufig ein und dieselbe Kleidung sowohl dem Kälteschutz dienen wie sie auch bei Ueberwärmung getragen wird. Auch die ungleichen Wärmeverhältnisse der Luft im Freien und in den Stuben fordern häufig genug eine Kleidung, die dem Kälteschutz und der Ueberwärmung gerecht wird. Also auf eine zeit-

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 59.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 49 und Bd. XXVII, S. 51.

3) Archiv für Hygiene, Bd. X, S. 231.

4) Archiv für Hygiene, Bd. XXV, S. 70.

weilige Ueberwärmung muss fast jede Bekleidung eingerichtet sein, sie muss auch für die Wasserdampfbeseitigung das Beste leisten, wenn sie nicht zu einer, jede freie Beweglichkeit störenden Zwangsjacke werden soll. Bei dem Arbeitenden tragen die Eigenbewegungen selbst zur Lufterneuerung in der Kleidung bei und fördern den Austausch mit der Atmosphäre. Beim Ruhenden fällt dies Moment weg. Für den letzteren ergibt sich aus diesem Umstande und der Erfahrung, dass die Schweissbildung bei ihm schwieriger eintritt, die Nothwendigkeit, speciell bei hohen Lufttemperaturen auf eine äusserst lockere Bekleidung Bedacht zu nehmen.

Den wechselnden Ruhe- und Arbeitszuständen muss die Kleidung durch eine äusserst grosse Lüftbarkeit gerecht werden; kommt es zu reichlicher Ausdunstung von Wasser, so muss die hygroskopische Eigenschaft der Kleidung und das erhöhte Leitungsvermögen weiter befördern, was eine ungenügende Ventilation nicht zu Stande brachte, und falls diese Hilfsmittel versagen, wird der Schweiss die weitere Regulation übernehmen.

III. Im Freien bedürfen wir auch zum Zwecke des Windschutzes einer gewissen Dichtigkeit der Kleidung. Der Wind kann, wie man erfahrungsgemäss weiss, den Wärmeverlust an kalten Tagen empfindlich steigern; in heissen Sommertagen dagegen empfinden wir die Luftbewegung angenehm kühlend, wie man annimmt, weil dann der Schweiss leicht verdunstet. Die experimentelle Untersuchung über die Wirkung von Luftströmungen auf den Menschen, die ich in meinem Laboratorium habe ausführen lassen[1]), haben gezeigt, dass die vulgären Anschauungen, wie sie auch in den Lehrbüchern als fundirte Wahrheiten vorgetragen werden, zum grossen Theil unrichtig sind. Die Wirkung des Windes ist bei demselben Individuum unter demselben Körperzustand, aber bei verschiedenen Lufttemperaturen ganz etwas Verschiedenes. Der Wind wirkt vermehrend auf den Stoffumsatz, unter anderen Verhältnissen aber

1) Wolpert, a. a. O. Hygienische Rundschau, 1897.

bleibt er ohne Wirkung; er vermehrt, vermindert, oder lässt die Wasserverdampfung ganz unberührt. Aber keine Willkür oder Regellosigkeit beherrscht diese Wirkungen, sondern sie geben eine der vorzüglichsten Bestätigungen der von mir zuerst ausgesprochenen eigenartigen Verhältnisse der Wärmeregulation. Für die uns hier interessirenden Fälle kann man sich kurz dahin äussern, dass bei einer für den Kälteschutz genügenden Kleidung die Windströmung die Kältewirkung vermehrt und zu einer allerdings geringen Mehrung der Wasserdampfausscheidung beiträgt. Den Zustand der Ueberwärmung der Kleidung vermag der Wind zu mindern und dabei sogar eine Verminderung der Wasserdampfausscheidung herbeizuführen, bei den höheren Graden der Ueberwärmung dagegen wird er nicht nur zur Ursache einer leichteren Verdampfung des bereits als Schweiss zur Ablagerung kommenden Wassers, sondern gerade zu einer Ursache einer vermehrten Ausscheidung von Wasser aus der Haut.

Ueber die Nothwendigkeit eines zureichenden Windschutzes durch die Kleidung kann füglich ein Zweifel nicht obwalten; aber in diesen Wünschen geht man nach meiner Meinung in der Regel zu weit und nimmt Gewebe, welche zu sehr das Eindringen des Windes verhüten. Dadurch, dass man dann völlig jeden raschen Austausch der Luft in der Kleidung hemmt, begibt man sich eines sehr wichtigen Reizes für unsere Haut. Die in meinem Laboratorium ausgeführten Beobachtungen haben gezeigt, dass unsere Haut sehr fein auf die durch die Luftströme vermittelten Reize reagirt, und meines Erachtens sollte die Porosität der Kleidung allzeit erlauben, dass die Luftströmungen unsere Haut erreichen und sie daran gewöhnen, ihre Thätigkeit nach Maassgabe der Luftbewegung zu üben.

Die üblichen kalten Waschungen geben uns wohl nicht diejenige Fähigkeit der Haut, die man bei dieser sogenannten Abhärtung erzielen will; diese scheint mir aber weit besser und sicherer erreicht zu werden durch die ständige oder doch häufige Einwirkung eines durch die Kleidung gemässigten Luftstromes.

Dehnbarkeit der Kleidungsstoffe kann für besondere Zwecke der Kleidung von Wichtigkeit sein; die spontane Dehnung dagegen ist eine im allgemeinen wenig vortheilhafte Eigenschaft. Allmähliche Veränderungen der Fadenlängen kommen vielfach mit dem Gebrauch der Stoffe vor, bei Wolle Verkürzungen; Baumwollgewebe, speciell Tricots, dehnen sich in geradezu störender Weise. Abnutzung der Gewebe durch das Tragen, und das Reinigen der Wäsche bedarf hinsichtlich der Anschaffung von Kleidern für Anstalten u. s. w. einer ganz besonderen Berücksichtigung. Darüber entscheiden kann man nur auf Grund der empirischen Erfahrung. Insoweit aber Veränderungen durch die Wärme mit in Frage kommen, habe ich diesen Gesichtspunkt nicht ausser Auge gelassen, und durch Experimente eine Darlegung zu geben gesucht.

Einen gewissen Werth legen wir auch dem Aussehen der Stoffe bei; der Trieb zur Reinlichkeit veranlasst uns, besonders die weissen Gewebe zur Unterkleidung zu bevorzugen, daher werden sich stets Leinen- und Baumwollstoffe und Seide eines gewissen Vorzuges gegenüber den anderen, von Natur aus dunkleren Stoffen, wie den Wollstoffen, erfreuen.

Ziemlich wenig wissen wir noch über die Kostenfrage der Kleidung; die Kostenfrage lässt sich erst erörtern, wenn man weiss, welchen Werth, vom physiologisch-hygienischen Standpunkte aus betrachtet, die Kleidung besitzt. Im Rahmen dieser Untersuchung wird über den Nutzungswerth der Kleidung Eingehenderes noch nicht mitgetheilt werden.

Mit dem bisher Dargelegten glaube ich einen ungefähren Ueberblick über unsere Aufgabe gegeben und gezeigt zu haben, auf wie vielerlei Nebenumstände die Brauchbarkeit und allgemeine Zweckmässigkeit einer rationellen Bekleidung zurückgeführt werden muss. Fast ausschliesslich habe ich mich dabei auf meine bereits veröffentlichten Untersuchungen stützen können.

Praktische Verhältnisse der Bekleidung unter verschiedenen Umständen.

Die Gesichtspunkte, welche für die hygienische Function der Kleidungsstoffe in Betracht zu ziehen sind, haben wir im Vorhergehenden eingehend geschildert. Es erübrigen aber noch einige Betrachtungen über eine frei gewählte Bekleidung, die den allgemeinen Bedürfnissen des täglichen Lebens genügt; an einer solchen wird der Maassstab für eine Beurtheilung verschiedener Bekleidungssysteme zu gewinnen sein.

Bei freier Wahl der Bekleidung findet man als Regel, dass der Mensch im Laufe des Jahres verschiedenartige Combinationen von Kleidungsstücken benützt, um den wechselnden Bedürfnissen gerecht zu werden. Mit wie vielen Anzügen der Einzelne den Kampf mit dem Klima unternimmt, hängt in erster Linie von seiner Wohlhabenheit ab. Der Minderbemittelte trägt zumeist schwere Kleidung und variirt für die Bedürfnisse durch theilweises Ablegen derselben. Aber auch in der scheinbar ganz freien Wahl findet man bei sorgfältiger Ueberlegung doch bestimmte Regeln heraus, nach denen empirisch den äusseren Bedürfnissen die Kleidung angepasst wird[1]).

Zu unterscheiden sind zunächst zwei Arten der Bekleidung. Die Hauskleidung und die Strassenkleidung. Für die Hauskleidung scheinen die Bedingungen am einfachsten, weil für dieselbe nur das sehr gleichmässige Klima der Stube von Bedeutung ist, also mittlere Temperaturgrade, mittlere Feuchtigkeit und Windstille. Sieht man von den wenigen sehr heissen Sommertagen ab, an welchen es schwierig ist, in den Stuben die

1) Fast ausschliesslich beziehen sich die in diesem Abschnitt gemachten Bemerkungen, wenn sie nicht ohne weiteres allgemeiner Natur sind, auf die Kleidung des Mannes, aus dem leicht verständlichen Grunde, weil mir hierüber die eigenen jahrelangen Erfahrungen zu Gebote stehen. Vielleicht bietet sich mir an anderer Stelle Gelegenheit, auf einige wesentliche Eigenthümlichkeiten der Frauenkleidung, über welche bis jetzt keine Untersuchungen vorliegen, näher einzugehen. Die Bestrebungen einer rationellen Bekleidung, die nicht nur mit der Frage des Corsettes und des Unterrockersatzes gelöst sind, begegnen selbst bei gebildeten Frauen einem weit grösseren Widerstand als die Reformen beim Manne.

Wärme los zu werden, so sollte man meinen, dass man für Winter, Frühling und Herbst mit derselben Bekleidung auskommen kann. Dies ist aber erfahrungsgemäss doch nicht der Fall, weil wir uns täuschen, wenn wir in Beurtheilung der Wärmegrade in den Stuben uns ausschliesslich an die Angaben des Thermometers halten. Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieselben Temperaturangaben des Thermometers bei ungeheizten Räumen anders und zwar angenehmer empfunden werden als bei geheizten. Es rührt dies davon her, dass bei künstlicher Heizung namentlich die Wände niedriger temperirt sind als die Luft, und die Lufttrockenheit grösser zu sein pflegt als im Sommer, Frühjahr und Herbst, wo eine gleichmässige Vertheilung der Wärme vorhanden zu sein pflegt, und namentlich die Wände zumeist die Zufuhr der Wärme besorgen.

Die Strassenkleidung hat der eigentlichen Unbill der Witterung Stand zu halten, sie wird in ihrer wärmenden Wirkung durch den Umstand, dass man im Freien für gewöhnlich in Bewegung zu sein pflegt, unterstützt.

Die Anforderungen, denen man mittelst der Kleidung in den einzelnen Jahreszeiten gerecht werden muss, sind selbst in unserem durchaus nicht excessiven Klima sehr bedeutende. Die mittleren Jahresextreme betragen in Berlin zwischen + 33,0 und — 15,4°, also eine Differenz von 48,4°.

Die Mitteltemperaturen sind für:

Januar	April	Juli	Oktober[1])
— 0,8	8,4	18,8	9,7.

Und weit erheblichere Unterschiede würden sich ergeben, wenn man nur die Schwankungen in den Tagestemperaturen eines einzelnen Jahres betrachten wollte. Es ist zwar die Regel, dass man die Härte oder Milde eines Klimas und seine Anforderungen an die Kleidung nur nach diesen Lufttemperaturen betrachtet; wie ich aber oft betont habe, sollte man von dieser Regel lassen. Die Bekleidungsweise in ausschliesslicher Abhängigkeit von der Lufttemperatur sich zu denken, ist unrichtig,

1) **Hann**, S. 474 u. 479.

ebenso wesentlich ist die Sonnenstrahlung, die Luftbewegung und Luftfeuchtigkeit; erst wenn man diese weiteren drei Factoren rechnerisch in eine Formel mit der Schattentemperatur bringen kann, erhält man in calorimetrischem Sinne einen Einheitsausdruck für die klimatischen Verhältnisse. Da man sich im Freien, langsam gehend, bei denselben Temperaturen wohl fühlt, wie in der Ruhe in stagnirender Luft, zeigt sich erfahrungsgemäss schon hierin der Einfluss relativ geringer Windbewegung auf die Wärmeökonomie. Die Wirkung äussert sich durch alle Kleidungsschichten hindurch; und selbst die Eigenbewegung des Menschen beim Gehen reicht hin, die Kleidung zu entlüften. Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft vermögen auf Behaglichkeit und Unbehaglichkeit einer Temperatur wesentlich einzuwirken Der Einfluss der Kälte wird durch die Feuchtigkeit aus Gründen, welche von mir experimentell erörtert worden sind, verschärft, und bei hohen Lufttemperaturen ist für unser Wärmegefühl der Befeuchtungsgrad der Luft das Ausschlaggebende. Die Steigerung der Entwärmung, die auch hier aus physikalischen Gründen vorhanden ist, kommt wegen des geringen Antheils, der auf den Wärmeverlust durch Leitung und Strahlung trifft, überhaupt kaum in Betracht; es bleibt nur die drückende Schwüle, die mitunter zu erneutem, vermehrten Schweissausbruch und zu stärkerer Durchblutung der Haut führt.

Der Wechsel der Kleidung, wie man ihn bei der grossen Mehrzahl der Bevölkerung im Laufe der Jahreszeiten vornimmt, entspricht keineswegs immer den Ansprüchen, die sich nach dem Witterungscharakter rechtfertigen würde. Am meisten Schwierigkeiten bereiten für eine richtige Wahl die beiden Extreme, kalte Wintertage und glühende Hochsommerhitze. Im strengen Winter fehlt es häufig an einer genügend warmen Bekleidung, weniger deshalb, weil Armuth die Beschaffung einer solchen unmöglich macht, aber weil man sich für kurz dauernde Witterungszustände eine Kleidung nicht einrichten will. Man hält es in unseren Breiten für selbstverständlich, dass man in sehr kalten Tagen unbedingt frieren muss.

Analog verhält sich's im Hochsommer; die ganze Bevölkerung einer Stadt ächzt und stöhnt unter Hitzegraden, welche in geeigneter Kleidung nicht hochgradig belästigend sind. Die allgemeinen Redensarten von der Härte des Winters und der erschlaffenden Wirkung des Sommers verdanken ihre Entstehung einer gewissen Unbeholfenheit des Menschen, sich exceptionellen Temperaturen mittelst der Kleidung anzupassen. So kommt es vielfach zu einer Umkehr von Ursache und Wirkung. Die Kleidung soll uns ein Mittel sein, den Kampf mit dem Klima leichter zu bestehen; die nach oberflächlichen Merkmalen gewählte Kleidung ist dagegen eine Einrichtung, die dem Körper neue Aufgaben stellt in thermischer Hinsicht, und ihn zur Akklimatisirung an letztere unter theilweisem Verzicht auf wichtige Lebensfunctionen zwingt. Im allgemeinen verweisen schmerzhafter Frost und beklemmende Hitze den Menschen auf eine einigermaassen richtige Bahn, ohne aber ihn vor einer Reihe von Fehlgriffen zu schützen.

Was der Mensch in der richtigen Wahl der Kleidung fehlt, das zu Warm oder zu Kalt, das gleicht er durch Veränderung der Bewegung und activen Wärmebildung im Körper aus. Da die Kleidung nicht immer unseren Bedürfnissen entspricht, so richten wir uns nach ihr. So kann sie uns zu unzweckmässiger Kost, unnützer Verausgabung von Arbeit zwingen, wie sie uns in anderer Richtung lähmt in der Muskelthätigkeit und in der Bethätigung unserer geistigen Arbeitskraft.

Zur richtigen Wahl der Kleidung gehört eine geläuterte Vorstellung über die Wirkung der Kleidung, eine eingehende Selbstbeobachtung und ein entsprechendes Beobachtungsvermögen überhaupt. Dass diese Bedingungen Gemeingut aller sind oder einstens sein werden, trifft gewiss nicht zu; somit würde auch dann, wenn die Hygiene der Bekleidungslehre in allen Details feststeht, das Unrationelle neben dem Rationellen zu bestehen nicht aufgehört haben.

Im Folgenden will ich zunächst schildern, wie man sich bei freier und überlegter Wahl der Kleidungsstücke im Wechsel der Jahreszeiten etwa bekleidet.

Für die weiteren Betrachtungen bringt es der Untersuchung keinen Eintrag, wenn ich hier nur die Verhältnisse einer Person herausgreife, weil die späteren Betrachtungen, soweit sie aus dieser Schilderung Nutzen ziehen, nur darzulegen haben, inwiefern und mit welchen Consequenzen andere Bekleidungsweisen an Stelle der als Vergleichsobjecte gewählten treten könnten. Meine Annahme präsummirt also nicht die definitive Bestimmung dessen, was man rationell nennen will.

Als leichteste Bekleidung bezeichne ich die Hochsommerkleidung. Temperaturen über 25° sind bei uns nicht ganz selten, es kommen Schattentemperaturen von 35° auf 37° wohl zur Beobachtung. Diesen Temperaturen, wenn von den sonstigen klimatologischen Factoren vorläufig abgesehen wird, entspricht die leichteste Bekleidungsweise. Ganz leichte Wollgewebe, allenfalls Röcke aus dünnen Leinen, Satin, Seide, und leichte Unterkleidung finden Benützung. Als Kleidungsstück kann für den Rumpf die Weste beseitigt werden.

Die Schweissablagerung kann über Temperaturen von 30° unter gewöhnlichen Umständen nicht mehr vermieden werden.

Für den langsam Gehenden genügt von etwa 15° ab die einfache Sommerkleidung für Temperaturen zwischen 8—15°, verstärkt durch einen Ueberzieher aus leichtem Wollgewebe. Für Temperaturen unter 8°, bis herab zu — 4 oder — 6°, dient die Winterkleidung, die meistens neben einer Aenderung der Unterkleidung und Verstärkung der Hosen- und Rockgewebe, einen dicken Ueberzieher aus Wollstoff benützt. Bei Temperaturen unter — 6° erzeugt in der Regel nur der Pelzmantel geeignete Behaglichkeit. Es sind also eine ziemliche Reihe verschiedener Bekleidungsweisen, mit denen man die feindlichen Witterungseinflüsse bekämpft.

Als Hauskleidung genügt (in der Ruhe) die Sommerkleidung, in den Wintermonaten bringen die stärkere Unterkleidung und stärkeres Gewebe der Oberkleidung den nöthigen Ausgleich.

Jede dieser Bekleidungsweisen erlaubt durch das theilweise Oeffnen des Rockes u. dgl. eine grosse Akkommodation gegen-

über der wechselnden Wärmeproduction und Wasserverdampfung unseres Organismus.

Was die Abstufung unserer praktischen Bekleidungsweise anlangt, so ergibt sich für die Strassenkleidung (bei langsamen Gehen) folgendes Bild.

Tabelle II.

Kleidungsstück	Hoch-sommer mm	Sommer mm	Frühjahr, Herbst mm	Winter mm	Sehr kalte Tage mm
Hemd	0,72	0,72	0,72	1,12	1,12
Weste	—	1,12	1,20	2,50	2,50
Westenfutter	—	0,20	0,20	0,20	0,20
Rock	0,84	1,12	1,20	2,50	2,50
Rockfutter	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Ueberzieher	—	—	2,20	5,00	—
Ueberzieherfutter	—	—	0,30	0,30	—
Pelz	—	—	—	—	17,00
Tuch des Pelzrockes	—	—	—	—	2,50
Summe	1,76	3,36	5,92	12,62	26,02

Die einzelnen Bekleidungsarten habe ich als Hochsommer-, Sommer-, Herbst- und Frühjahr- und Winterkleidung, und Kleidung für sehr kalte Tage bezeichnet[1]). Die Tabelle gibt die Stoffdicke, wie dieselbe am Rumpf getragen wird. Der Rumpf ist beim Manne der wesentlichste Regulator für die Wärmeökonomie. Bei der Frau liegen die Verhältnisse anders; innerhalb weiter Grenzen regelt die erstere das Wärmebedürfnis durch leichte oder dicke Röcke.

Die Bekleidung der Beine macht beim Manne meist nur drei Variationen durch, eine Bekleidungsweise für den Winter, das Frühjahr, Herbst und Sommer, sowie für den Hochsommer.

Die angegebenen Dicken verstehen sich für die unmittelbar aufeinander gelegten Stoffe ohne Faltenbildung.

1) Die Hemden ohne Doppelbrust, die unnöthig erscheint, theils Wolle, theils Mischgewebe.

Die Schwankungen der Stoffdicken sind also ungemein erhebliche,[1] und mag man über die Art der Wärmeregulirung eine Anschauung haben, welche immer es sei, so wird man doch einsehen, dass diese grossen Unterschiede der Dicke gewaltigen Differenzen der Wärmedurchlässigkeit entsprechen müssen.

Die Hochsommerkleidung zeigt noch nicht 2 mm Dicke, die Sommerkleidung etwa das Doppelte, Herbst- und Frühjahrskleidung das Dreifache, besonders nimmt für den Winter und die strenge Kälte die Kleiderdicke rasch zu. Wie schon erwähnt, erlauben die im Durchschnitt getragenen Kleidungen der Männer nicht die grosse Variation, wie die von mir angegebenen, weil man sich eben für den Hochsommer durch zeitweises Ablegen des Rockes hilft, und im strengen Winter gewöhnlich friert. Erstaunlich wenig Variation erlaubt die zur Zeit gebräuchliche Militärkleidung, sie ist zu warm für das Wärmeextrem und zu kalt für strenge Wintertage.

Ich habe die Anschauung, dass auch meine Hochsommerkleidung noch etwas leichter hätte sein können, da Schweissbildung in derselben nicht ganz zu vermeiden ist, unter Umständen, welche aus äusseren Gründen nicht mit absoluter Nothwendigkeit zur Schweisssecretion führen müssen.

Da die Kleidung etwas Starres und Unveränderliches ist, so ist sie natürlich streng genommen nur einem ganz bestimmten Temperatur-, Feuchtigkeits- und Windgrad angepasst; wir müssen uns also mit jeder behelfen, d. h. eventuell durch die Wärmeregulation der Haut mit den verschiedenen Verhältnissen in's Gleichgewicht stellen.

In jeder Kleidung vermag man einer gewissen Anzahl von Temperaturgraden Widerstand zu leisten. Bei den von mir untersuchten Personen gelang es, meist Experimente zu machen, so lange die Temperatur etwa um 12° C. variirte, nur eine jugendliche, gut trainirte Person hielt in derselben Kleidung, ohne sie zu ändern, etwas grössere Temperaturintervalle aus. Bei den

---

1) Sie sind grösser, als wenn wir alle den Körper deckenden Kleidungsschichten gleichmässig ändern würden.

niedersten Temperaturen, die in einer Kleidung ohne grosse Beschwerden ertragen werden, habe ich deutlich gesehen, dass eine Mehrung der Wärmeproduction eintrat. Diese Kältewirkung mit vermehrter Wärmeproduction auf sich wirken zu lassen, weigern sich aber die meisten Versuchspersonen, so dass man zu der bereits früher gemachten und besprochenen Annahme gedrängt wird, dass die untere Behaglichkeitsgrenze dem niedersten Stoffverbrauch entspricht. Die Regel ist wohl bei der Mehrzahl der Menschen eine überreichliche Kleidung, so dass man schon beträchtlich von der Mitteltemperatur etwa abweichende Temperaturgrade einwirken lassen muss, um eine Wirkung auf den Stoffwechsel zu erhalten.

Mit diesen Erfahrungen stimmen, so weit man dies erwarten kann, auch meine directen Beobachtungen überein; die leichte Sommerkleidung bot Schutz innerhalb der Temperaturen 15 bis 25°, Frühjahr- und Herbstkleidung zwischen 8—15°, Winterkleidung + 8 bis — 6°, und die Kleidung für sehr kalte Tage für — 6 bis gegen — 20. Es sind also annähernd Intervalle von 10—14°, mit Ausnahme der Verhältnisse bei Herbst- und Frühjahrskleidung. Letztere besteht ja nur in einer den Rumpf betreffenden Verstärkung der Sommerkleidung.

Es hat auch ein Interesse, die Flächengewichte und specifischen Gewichte dieser frei gewählten Kleidung untereinander zu vergleichen, wie ich dies in Tabelle III auf S. 208 gethan habe[1]).

Mit zunehmender Dicke nimmt das Flächengewicht (Gesammtgewicht) der Kleidung zu.

Die Gewichte wachsen verhältnismässig zwischen Sommer- und Winterkleidung nur langsam von 0,060 bis 0,327 g per 1 qcm. Den Winterschutz bewirkt man nicht durch massenhaftes Auflegen dichter Gewebe, sondern durch die Bekleidung mit lockeren Geweben und leichtem Material. Da der Dickenzuwachs der Kleidung mit dem Eintritt der rauhen Jahreszeit erheblich sich ändert, das Flächengewicht aber weit

1) Siehe auch Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 33.

weniger, so ergibt sich von selbst, **dass mit zunehmendem Wärmebedürfnisse das specifische Gewichte der Kleidung kleiner wird.** Meine Zahlen geben eine ganz regelmässige Abnahme der spec. Gewichte von der Sommer- zur Wintertoilette und zwar von 0,341 bis 0,126. Für die Bekleidung des Armes sind die Schwankungen kleiner, und am geringsten sind die Veränderungen für die Bekleidung der Beine.

Tabelle III.

Kleidungsstück	Hoch-sommer	Sommer	Frühjahr und Herbst	Winter	Sehr kalte Tage
Hemd	0,0150	0,0150	0,0150	0,0201	0,0201
Weste	—	0,0266	0,0360	0,0595	0,0595
Westenfutter	—	0,0100	0,0100	0,0100	0,0100
Rock	0,0350	0,0266	0,0360	0,0595	0,0595
Rockfutter	0,0100	0,0100	0,010	0,0100	0,0100
Ueberzieher	—	—	0,0540	0,0819	—
Ueberzieherfutter	—	—	0,014	0,0140	—
Pelz	—	—	—	—	0,1084
Tuch des Pelzrockes	—	—	—	—	0,0595
Flächengewicht	0,0600	0,0882	0,175	0,2550	0,327
Mittleres spec. Gewicht	0,341	0,263	0,288	0,203	0,126
Vegetabil. Faser in Proc.	17	23	26	13	6

Bei der allgemein üblichen Bekleidungsweise treten die vegetabilischen Gewebe mit zunehmender Kälte immer mehr zurück, in dem hier angenommenen Falle sank die Quantität der vegetabilischen Gewebe bei Sommerkleidung von 26% bis auf 6,2% in der für sehr kalte Tage bestimmten Winterkleidung. Die frei gewählte Kleidung gestaltet sich also für die einzelnen Jahreszeiten sehr verschieden, sie ist keine universell wirkende »Normalkleidung«. In wie weit auch diese Bekleidung einer gewissen Verbesserung zugängig ist, soll später behandelt werden. Wenn wir in den kühleren Zeiten allmählich zu lockereren Geweben die Zuflucht nehmen, wie das in der kalten Jahreszeit sinkende spec. Gewicht erweist, so ist diese Wahl durchaus eine rationelle und zweckmässige, insofern als sie zum mindesten die

Last der Kleidung mindern hilft. Doch kommen, wie wir später betonen, auch noch andere Momente in Betracht. Wir haben schon betont, dass bei freier Lagerung der Gewebe an unseren Körper, natürlich mehr oder minder reichliche Luftlagen eingeschlossen werden.

Freilich gewährt auch die Einlagerung von Luftschichten zwischen die einzelnen Lagen noch einen weiteren Schutz, worüber ich mich genügend ausführlich bereits an anderer Stelle ausgesprochen habe. Die Menge dieser in den Hohlräumen zwischen zwei Kleidungsstücken befindlichen Luft ist ziemlichen Schwankungen unterworfen wegen des variablen Kleiderschnittes. Sind die Gewebe der Kleidung nicht selbst in hohem Maasse elastisch, wie Tricots, Flanelle, Kreppe, so muss die Lockerlagerung der Kleidung die fehlende Elasticität ersetzen.

Wenn man das reelle Leitungsvermögen der in den verschiedenen Jahreszeiten benützten Gewebe vergleichen will, so ergeben sich folgende Mittelzahlen für die ganze Kleidung:[1])

(Leitungsconstante für das natürliche spec. Gewicht.)

Hochsommerkleidung	0,0000 771	Mittleres reelles Leitungsvermögen.
Sommerkleidung . .	0,0000 839	
Frühjahr und Herbst	0,0000 821	
Winter	0,0000 732	
Sehr kalte Tage . .	0,0000 637	

Hochsommer-, Sommer-, Frühjahr- und Herbstbekleidung differiren in diesen Zahlen also nur wenig; ein geringeres Leitungsvermögen hat im Mittel aber die Winterkleidung und die für sehr kalte Tage bestimmte.

Aus diesen Zahlen lässt sich weiter ableiten unter Heranziehen der Dickenbestimmung der Gesammtkleidung, wie viel Wärme bei 1° Temperaturdifferenz durch die Combination aller Kleidungsstücke hindurchgelassen wird.

1) Nach meinen früher ausgeführten Bestimmungen und einigen Zahlen, welche in Abschnitt III erst mitgetheilt werden, berechnet.

Man erhält für 1 qcm und 1 Secunde an cal.:

Hochsommerkleidung	0,0004 380	Mittlerer absoluter Wärmedurchgang.
Sommerkleidung . .	0,0002 985	
Frühjahr und Herbst	0,0001 401	
Winter	0,0000 580	
Sehr kalte Tage . .	0,0000 245	

Die Kleidungscombination wird also sehr ungleich wärmedurchgängig und bietet dementsprechend bei verschiedenen Lufttemperaturen den geeigneten Schutz[1]).

Der Temperaturunterschied zwischen Haut und Oberfläche der Kleidung nimmt mit abnehmender Temperatur immer zu, daher sind natürlich die Werthe des Wärmedurchgangs durch die Kleidung am Menschen nur so zu erhalten, dass man diese Temperaturen in obige Rechnung einsetzt. Zu dieser Berechnung sind mir die Grundzahlen nicht bekannt, aber auch nicht nöthig. Zu einem Vergleich zweier Kleidungen genügen durchaus die oben angeführten Zahlen; ist die thermische Aequivalenz für 1° Temperaturunterschied gefunden, so bleibt die Relation zwischen zwei Kleidungsweisen dieselbe, wenn man auch die Berechnung für 10 oder 20° Differenz ausführen würde.

Weiter in das Detail einzuleiten, ist wegen Mangels einer Reihe von Vorbedingungen unmöglich. Für den »Gehenden« ist die Temperaturvertheilung in der Kleidung nicht bekannt, wir kennen die Feuchtigkeitsverhältnisse der Stoffe nicht, den Einfluss des Lüftungsvermögens der Kleidung und die Luftbewegung im Freien, die Aenderungen der Oberfläche des bekleideten Theils des Menschen, die Ungleichheiten der Bekleidung an verschiedenen Körpertheilen.

Macht man eine überschlägige Rechnung, betreffend die reellen Leitungsconstanten, wenn auch die zwischen den Kleidern eingeschlossene Luft mit in Betracht

1) Ist die Kleidung empirisch richtig gewählt, so müssen die durchgelassenen Wärmemengen gleich werden, d. h. es sind also die hier mitgetheilten Zahlen mit bestimmten Faktoren (den wirklichen Grenztemperaturen) zu multipliciren. Setzt man 0,0000 438 = 1, so sind die anderen Werthe 1,4, 3,1, 7,5, 17,8.

gezogen werden soll, so kommt man auf Werthe, die zwischen engen Grenzen, um 0,000 058 herum, für Sommer- wie Winterkleidung (Rumpf) schwanken, und es zeigt sich bei der Betrachtung der absoluten Grösse des Wärmedurchgangs durch diese Kleidung für die verschiedenen Jahreszeiten, die oben aus anderen Gründen berührte Thatsache, dass beim Manne das Warmhalten des Rumpfes vicarirend für die schwächere Bekleidung an anderen Stellen eintreten muss.

Die von mir gegebenen Beispiele verschiedener Bekleidungsweisen bieten solche Lüftungsverhältnisse, dass es bei langsamem Gehen und bei den angegebenen Temperaturgrenzen zu störendem Bangigkeitsgefühl nicht kommt. Wir sind daher berechtigt, eine genügende Lüftbarkeit der Kleidung anzunehmen, doch darf ich meine Anschauung, dass die Kleidung meines Erachtens noch lüftbarer sein könnte, nicht verschweigen. Namentlich durch Beseitigung der nicht ganz rationellen Futterstoffe würde eine bessere Ventilation erzielt, und diese wäre meines Erachtens auch ein sanitäres Bedürfnis. Sehen wir aber von diesem Umstande vorerst ab, so bieten die von mir gegebenen Unterlagen Material für einige nicht unwichtige Erwägungen.

Um ein allgemeineres Urtheil über verschiedene Lüftbarkeit zu gewinnen, muss ich die von mir zuerst erwiesene Thatsache betonen, dass die Zeit, welche nothwendig ist, um eine gewisse gleichbleibende Menge von Luft durch verschiedene Dicken solcher Stoffe hindurchzutreiben, wächst, wie die Dicke der Stoffe.

Hat man es mit einer Combination von Stoffen zu thun, so erfährt man die für den Durchtritt einer bestimmten Luftmenge erforderlichen Zeiten durch Addition des für den Durchtritt durch die einzelnen Gewebe erforderlichen Zeitaufwandes. Um dies an einem Beispiel direct experimentell zu erläutern, habe ich folgenden Versuch ausführen lassen.

Für 109,3 qcm Fläche gingen bei 5 l Luft hindurch bei 0,34 mm Druck:

bei einem Futterstoff in . . . . 266'',
durch den Futterstoff und einen Winterkammgarn in . 282'',

durch den Futterstoff, einen Winterkammgarn, darüber nochmals einen Futterstoff in . . . . 570",

durch den Futterstoff, einen Winterkammgarn, einen Futterstoff und zweite Kammgarnlage in . . . 590".

Der Winterkammgarn verlängerte die Zeit um 16", der zweite Futterstoff um 288", während bei der ersten Lage 266" gefunden worden waren, die zweite Kammgarnlage um 20". Die Uebereinstimmung ist also ausreichend, um einen Ueberblick über die Lüftbarkeit einer Kleidung zu geben, von welcher man nur die Lüftbarkeit der einzelnen, die Kleidung zusammensetzenden Gewebe kennt.

Die für uns in Frage kommenden Gewebe habe ich alle direct auf ihre Lüftbarkeit untersucht, und gebe zur leichteren Uebersicht die a. a. O. bereits veröffentlichte Tabelle.

Tabelle IV.

Stoff	Specifisches Gewicht	Durch 109,3 qcm u. 1 mm Dicke gehen hindurch in x Sec. 5 Lit.	Permeabilitäts-coëffic. für den qcm, 1 cm Dicke, 1 ccm bei 0,42 mm Wasserdruck in Sec.
Feines Leinen	0,683	80,6	17,2
Marcelline	0,666	350,0	76,3
Perkal	0,609	146,0	31,8
Köper I	0,551	304,0	66,2
Köper A	0,466	247,0	53,8
Bauernleinen	0,543	43,0	9,4
Glatte Seide	0,443	375,0	81,5
Kaschmir	0,370	92	20,2
Hosenstoff (Militär)	0,365	72,0	15,7
Kameelhaarstoff (Jäger)	0,365	41,0	8,9
Sommerkammgarn	0,358	99,0	21,5
Waffenrock (Militär)	0,315	86,4	18,8
Innsbrucker Loden	0,279	42,0	9,1
Bauernloden	0,256	13,0	2,8
Winterkammgarn	0,238	13,4	2,91
Schwarzer Jägerstoff	0,221	5,3	1,15
Schwarzer Militärmantel	0,322	27,1	5,9
Grauer Militärmantel	0,265	44,5	9,7

Stoff	Specifisches Gewicht	Durch 10,3 qcm u. 1 mm Dicke gehen hindurch in x Sec. 5 Lit.	Permeabilitäts-coeffic. für den qcm, 1 ccm Dicke, 1 ccm bei 0,42 mm Wasser-druck in Sec.
Baumwolltricot, leicht	0,188	5,0	1,1
Kurzhals-Wellhausen	0,162	1,5	0,3
Wolltricot	0,160	26,0	5,7
Baumwolltricot, r. u. l. gestr.	0,122	1,3	0,3
Baumwollkrepp	0,110	2,8	0,6

Ich habe im Folgenden eine Zusammenstellung über die mittleren Permeabilitätsverhältnisse unserer Kleidung gemacht, in der die Coëfficienten der Tabelle V multiplicirt wurden mit den Dicken der Stoffe.[1])

Tabelle V.

Kleidungsstück	Hoch-sommer	Sommer	Frühjahr und Herbst	Winter	Sehr kalte Tage
Hemd	0,02	0,02	0,02	0,64	0,64
Weste	—	0,67	0,72	1,50	1,50
Westenfutter	—	11,6	11,60	11,60	11,60
Rock	2,44	0,67	0,72	1,50	1,50
Rockfutter	11,6	11,6	11,60	11,60	11,60
Ueberzieher	—	—	1,32	3,48	—
Ueberzieherfutter	—	—	17,70	17,70	—
Pelz	—	—	—	—	∞
Stoff des Pelzrockes	—	—	—	—	1,50
Pro 1 qcm, 1 ccm in	14,06"	24,5"	43,68"	48,02"	(38,30)
Mittlere Permeabilität	79"	73"	74"	38"	(?)

Die Summen ergeben dann, wie viel Zeit vergeht, bis durch 1 qcm 1 ccm Luft hindurchtritt. Sie zeigen mit zunehmender Dichte der Kleidung und ihrem Wärmeleitungsvermögen eine Abnahme der Lüftbarkeit, aber keine regelmässige. Trotz geringer Permeabilität kann man die Winterkleidung nicht etwa als eine weniger gut ventilirte bezeichnen,

1) Die Zahlen geben also die Lüftungszeiten, welche bei der üblichen Dicke pro 1 qcm 1 ccm Luft fördern.

im Winter sind die Triebkräfte grösser und compensiren gewiss den erhöhten Widerstand vollkommen. Da die Temperaturdifferenzen im Frühjahr, Herbst und Winter, namentlich in letzterem unter Umständen um ein Mehrfaches grösser sind wie im Sommer, so dürfen wir gewiss die Winterkleidung sogar als eine gut ventilirte bezeichnen.

Eine scheinbare Ausnahme tritt uns nur bei der Pelzbekleidung entgegen. Die vorhergehende Betrachtung kommt zu dem Schlusse, dass bei sehr kalten Tagen, wenn man den Pelz zu tragen genöthigt ist, die Lüftbarkeit der Kleidung wieder sinkt. Dies ist ganz richtig, wenn man die Durchgängigkeit für senkrecht auf den Körper treffende Windstösse in Betracht zieht. Der Windschutz der Kleidung nimmt entschieden im Pelze zu. Aber die Pelze lassen in anderer Weise eine erhöhte Lüftung zu, wenn man den aufsteigenden Luftstrom betrachtet. Die meisten Pelzröcke liegen so locker an, dass einer vertikalen aufsteigenden Lüftung, für die es an kalten Tagen nicht an Triebkraft fehlt, kein wirkliches Hindernis entgegensteht.

Die aus meiner Zusammenstellung sich ergebenden Lüftungsverhältnisse der Kleidung zeigen, dass auf das Resultat hinsichtlich der Gesammtpermeabilität, einige untergeordnete Kleidungsstoffe, die Futterstoffe, einen grossen und bestimmenden Einfluss haben. Nach meinen persönlichen Erfahrungen im Winter wie im Sommer, halte ich die Beseitigung dieser für die Wärmehaltung ganz und gar nebensächlichen, für die Lüftbarkeit aber hochbedeutsamen Gewebe für nicht nur wünschenswerth, sondern für nothwendig.

Macht sich der Einfluss der Futterstoffe schon in der trockenen Kleidung in höchst störender Weise geltend, so gilt dies in allerhöchstem Grade für die benetzte. Es wird späterhin über die Eigenschaft dieser Stoffe Näheres berichtet werden, aber mit Hinweis auf meine a. O. mitgetheilten Experimente über die Wasserverdampfung wird man im Voraus sagen können, dass diese Gewebe alles, was unter ihnen liegt, hinsichtlich des Wasser-Austausches beeinflussen können.

Ueberlegt man sich diese Störungen, welche durch diese Einlage der genannten Stoffe erzeugt werden, so wird man daraus für eine rationelle Kleidung zur Verhütung ähnlicher Nachtheile die Forderung der homogenen Kleidung erheben müssen.

Homogen soll die Kleidung in allen Schichten sein; unter homogenen Geweben verstehe ich im weiteren solche, welche in den physikalischen Eigenschaften ihres Aufbaues, den Beziehungen zu zwischengelagertem Wasser und der Permeabilität sich gleich oder ziemlich ähnlich verhalten Den Begriff homogen auf das Wärmeleitungsvermögen und das hygroskopische Verhalten auszudehnen, halte ich für überflüssig. Die Homogenität der Kleidung bringt, wie aus anderen von mir angestellten Beobachtungen hervorgeht, den Vortheil mit sich, dass im Falle einer völligen Durchnässung die der Haut zunächst liegende Zone am raschesten wieder trocknet. Sie garantirt also neben anderen Vorzügen im allgemeinen Trockenheit der Haut, was zur Behaglichkeit und Gesundheitsförderlichkeit einer Kleidung besonders beiträgt.

Berichtigungen

zu dem Aufsatz von **Dr. Magnus Blauberg, Ueber die Mineralbestandtheile der Säuglingsfäces.**

Die auf den Seiten 122, 123 und 124 gegebenen Ausrechnungen sind nicht in Procenten ausgedrückt, und folgen diese Resultate nachstehend in Procentumrechnung:

In der Trockensubstanz sind enthalten:

Gesammtasche	15,02 %
Löslich in HCl dil.	39,41 »
Unlöslich in HCl dil.	60,59 »
Unlöslich in 5 % NaOH	57,32 »

Der trockene Koth enthält:

Gesammtasche	13,55 %
Löslich in HCl dil.	45,53 »
Unlöslich in HCl dil.	54,47 »
Unlöslich in 5 % NaOH	49,80 »

Im trockenen Koth sind enthalten:

Gesammtasche	11,14 %
Löslich in HCl dil.	54,21 »
Unlöslich in HCl dil.	45,79 »
Unlöslich in 5 % NaOH	40,00 »
Unlöslich in H_2O	87,97 »

Die Trockensubstanz enthält:

Gesammtasche	15,62 %
Löslich in HCl dil.	59,34 »
Unlöslich in HCl dil.	40,66 »
Unlöslich in 5 % NaOH	35,85 »
Unlöslich in H_2O	88,86 »

In der Trockensubstanz sind enthalten:

Gesammtasche	17,12 %
Löslich in HCl dil.	60,86 »
Unlöslich in HCl dil.	39,14 »
Unlöslich in 5% NaOH	35,04 »
Unlöslich in H_2O	87,60 »

Die Trockensubstanz enthält:

Gesammtasche	16,50 %, davon
Löslich in HCl dil.	86,84 »
Unlöslich in HCl dil.	13,16 »
Unlöslich in 5% NaOH	12,54 »
Unlöslich in H_2O	90,30 »

Auf Seite 124, 5. Zeile von oben, 13. Zeile von unten, Seite 125, 3. Zeile von oben, hat in allen drei Fällen die Formel Na_2O fortzubleiben!

Zur Hygiene der Fussbekleidung.

Von

Max Rubner.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

(Mit 2 Tafeln.)

Ueber einige hygienische Fragen, das Schuhwerk betreffend.

Bei den Mittheilungen über die hygienischen Eigenschaften einer Gesammtbekleidung des Menschen habe ich auf die Besprechung der Fussbekleidung verzichtet, weil diese letztere durch eine ganze Reihe von Besonderheiten sich aus dem Rahmen der sonstigen Bekleidungsweise abhebt und eine besondere Stellung verdient. Ihre Wichtigkeit indess rechtfertigt eine nähere Betrachtung gerade deshalb, weil die einer wissenschaftlichen Kritik entstammenden bisherigen Kenntnisse nur ein beschränktes Gebiet umfassen und so gut wie ausschliesslich anatomische Gesichtspunkte berühren. Eingehend theoretisch und praktisch behandelt ist nur die Frage, wie sich der Form des Fusses der Schnitt des Schuhes anzupassen habe; doch sind auch damit, wie ich nicht verschweigen möchte, alle auf mechanische Verhältnisse zurückzuführenden Fragen eines rationellen Schuhwerkes nicht erledigt, trotzdem die Literatur über diesen Gegenstand ungemein umfangreich ist.

Die Congruenz zwischen Kleidungsschnitt und Körperform hat freilich nicht nur für das Schuhwerk allein Bedeutung, aber

sie ist doch für den übrigen Körper, man möchte sagen, mehr secundärer Natur aus dem einfachen Grunde, weil im Durchschnitt die Kleidung dehnbar ist und, von wenigen Fällen abgesehen, eine die normale anatomische Form störende Druckwirkung nicht ausübt. Nur das Corsett der Frau, der Leibriemen und Halskragen des Mannes fallen allenfalls in den Rahmen einer derartigen Betrachtungsweise. Anders beim Schuhwerk, da dieses aus einem resistenten, schwer dehnbaren Material besteht.

Die ausschliessliche Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse trifft nicht das Richtige; ein diesen Anforderungen entsprechendes Schuhwerk muss durchaus noch nicht in allen Punkten ein rationelles sein. Denn abgesehen von den mechanischen Momenten darf man nicht vergessen, dass das Schuhwerk eine Hautbekleidung darzustellen hat, nur eigenartig dadurch beeinflusst, dass dasselbe mit dem Boden in directeste Berührung tritt. Ferner hat man all das, was die Function des Schuhwerkes in dieser Richtung betrifft, wenig oder gar nicht berücksichtigt: weder was die Begrenzung derartiger Functionen betrifft, noch auch hinsichtlich der Frage, wie man am besten den normalen Functionen bei der Auswahl und Construction des Schuhwerks gerecht werden könne. Da liegt also unzweifelhaft eine Lücke unserer Kenntnisse vor; man behilft sich vielfach in der Literatur in diesen Dingen mit allgemeinen Redewendungen, was aber mangelt, das sind genaue Messungen quantitativer Art. Wir müssen das Schuhwerk als einen Theil der allgemeinen Bekleidung auffassen und versuchen, die Erfahrungen und Methoden der Untersuchung, welche sich anderweitig als fruchtbar erwiesen haben, auch auf diesen Specialfall der Bekleidung anzuwenden.

Da werden ebensowohl die Materialien, aus denen sich die Fussbekleidung aufbaut, für sich einer Untersuchung zu unterziehen sein, wie auch die fertigen Bekleidungsstücke, wie sie praktisch getragen zu werden pflegen. In Folgendem soll ein Versuch dieser Art hygienisch die Aufgaben der Fussbekleidung in functioneller Hinsicht etwas allgemeiner zu fassen unternommen

werden; dabei muss man sich, wie in allen diesen Dingen, eine naturgemässe Beschränkung auferlegen. Die wesentlichen Züge, die Typen, müssen uns eine orientirende Uebersicht geben, späteren weiteren Forschungen die zahlreichen Fragen überlassend.

Das Schuhwerk hat vor allem den Charakter einer Schutzbekleidung gegen äussere Einflüsse; in erster Linie kommt es darauf an, mechanische Verletzungen zu verhüten. Wenn man zeitweise auch in der Lage ist, ohne alles Schuhwerk auszukommen, wie man dies in den Sommermonaten bei uns auf dem Lande und in den wärmeren Zonen allezeit zu beobachten Gelegenheit hat, so sind doch die Schäden des Mangels aller Fussbekleidung so hervorstechende, dass es kaum eines weiteren Nachweises bedarf, um nach dieser Richtung die Vorzüge unserer civilisirten Verhältnisse zu begründen.

Das Schuhwerk hat die weitere Aufgabe, unter ungünstigen äusseren Verhältnissen den Fuss vor Wärmeverlust zu schützen; eine alte Gesundheitsregel sagt: die Füsse warm halten, den Kopf kühl. Wenn aber in den Sommermonaten die Hitze des Bodens steigt (und es kommen Fälle vor, bei denen 50—60 ° C. an der Oberfläche, die wir betreten, erreicht werden kann), dann ist wieder das Schuhwerk ein Mittel, diese schädigende unerträgliche Hitze vom Fuss fern zu halten. Während zum mechanischen Schutz des Fusses die Festigkeit der Fussbekleidungsstoffe ausreicht, hängen Schutz vor Hitze und Kälte mit dem Wärmeleitungsvermögen natürlich auf's engste zusammen.

Ob ein Schuhwerk in seiner Festigkeit den Anforderungen entspricht, dies zu entscheiden ist nicht Sache des Hygienikers, dazu reicht die empirische Beobachtung selbstverständlich aus.

Für die Fragen des Wärmeleitungsvermögens können wir uns aber in so einfacher Weise nicht behelfen; hier vereinigen sich verschiedene Einzelwirkungen zu einem Ganzen. Für die Kleidungsstoffe habe ich des Näheren die Verhältnisse erörtert. Das Gefühl einer zureichenden Bekleidung durch einen bestimmten Stoff hängt mit seiner Dicke, seinem Aufbau aus Luft und

festem Material, der Natur der Substanz und ihrer Anordnung im Raume zusammen.

Für die zur Fussbekleidung verwendeten Materialien wie für das Schuhwerk selbst fehlen zur Zeit alle derartigen Untersuchungen; es liegt also ein Bedürfnis vor, näher auf diese Dinge einzugehen. Nur über einige Eigenschaften der Wärmehaltung, nemlich inwieweit beim Contakt mit dem Boden Wärme verloren wird, habe ich vor Jahren mit einem für diese Zwecke construirten Calorimeter Messungen anstellen lassen[1]), welche in grossen Umrissen den Werth des Schuhwerks in gedachter Richtung dargelegt haben.

In den Sommermonaten mit unbekleideten Füssen zu gehen, ist zumeist bei einiger Abhärtung der Sohle durchaus keine so bedenkliche Procedur; die Bodentemperatur ist meist erheblich höher als die Lufttemperatur. Auch die Nässe, die direct auf den Fuss wirkt, hat um diese Zeit wenig Bedenkliches. Anders liegt aber die Sache, wenn wegen kühler Witterung Schuhwerk getragen werden muss und eine Durchfeuchtung eintritt. Das Wasser bleibt lange in der Fussbekleidung und ein starker einseitiger Wärmeverlust ist die nothwendige Folge; das Eindringen des Wassers von aussen muss also vermieden werden, Schutz gegen Feuchtigkeit soll gutes Schuhwerk immer bieten. Diese Eigenschaft lässt sich aber nur auf Kosten gewisser anderer Veränderungen im Leder, die der Untersuchung werth sind, erzielen.

Die Farbe des Leders ist wie bei der Kleidung von Wichtigkeit für die Wärmeabsorption; Sommerschuhwerk sollte hell gehalten werden. In den letzten Jahren hat sich in der That dieser Gebrauch, im Sommer ungeschwärztes Leder zu tragen, in weiten Kreisen eingebürgert. Allerdings bezweifle ich sehr, dass für diese Einführung der eben gegebene Gesichtspunkt maassgebend war.

Für alle diese Functionen sind eine Reihe von physikalischen Eigenschaften die nothwendige Voraussetzung rationellen

1) Nothwang, Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 314 ff.

Erfolges; diese sind uns aber zur Zeit nicht bekannt. Sie im Wesentlichen festzustellen, damit wird im Nachstehenden zunächst begonnen werden müssen. Im Grossen und Ganzen besteht das Schuhwerk aus Leder; abgesehen von den Variationen des Schnittes ist dasselbe im wesentlichen von den schwankenden Wünschen der Mode weniger berührt wie die übrige Kleidung.

Auch für das Schuhwerk hat man Anforderungen gestellt, »um sie einem bestimmten System« anzuschliessen; diese Bemühungen haben aber wenig Erfolg gehabt. Für den gesunden Menschenverstand ergibt die tägliche Erfahrung die unbedingte Nothwendigkeit eines sicheren Schutzes gegen Witterung und Verletzungen; daher wird man in unserem Klima und unseren Culturverhältnissen immer wieder zur Wahl von Schuhwerk aus Leder gedrängt, und man findet also allerorts in dieser Hinsicht, was die Natur des verwendeten Grundstoffs anlangt, einheitliche Verhältnisse. Daher dürfte, auf die extravaganten Richtungen der Schuhwerkreform einzugehen, eine dringende Veranlassung nicht gegeben sein.

Ein weiterer Punkt, der für die Tauglichkeit des Schuhwerks und für die Leistungsfähigkeit eines Fussgehers von grosser Bedeutung sein kann, betrifft die elastischen Eigenschaften.

Die Fussbekleidung schliesst ebenso wie die übrige Bekleidung die Haut vom freien Verkehr mit der Atmosphäre ab, und die Producte der Hautathmung müssen ihren Weg nach aussen finden.

Diese verschiedenen Fragen müssen besprochen und erörtert werden, um einmal festzustellen, wie die thatsächlichen Verhältnisse zur Zeit liegen und allenfallsige Verbesserungen anzuknüpfen. Einige nicht unwichtige Theile des grossen Gebietes habe ich vor Jahren durch E. Cramer bearbeiten lassen, und in neuester Zeit sind von Dr. Wolpert gewisse hierher gehörige Punkte festgestellt worden.

Ein Bestandtheil unserer Fussbekleidung, gewissermaassen eine Unterkleidung derselben, die Strümpfe, sind vom hygienischen Standpunkt gleichfalls bis jetzt kaum einer Beachtung

gewürdigt und doch sind sie ein ebenso wichtiger Bestandtheil wie der Schuh selbst. Die Wahl der Grundstoffe überlässt man im allgemeinen dem Bedürfnisse; nur die Kleidungsreformen wollen auch diesen Theil ihrem System unterordnen. Daher trägt mancher Leinen- ein anderer Baumwollen- und ein dritter Wollenstrümpfe. Man hat auch angenommen, dass die Strümpfe mit zur Verkrümmung der Zehen beitragen können und deshalb einen guten »Schnitt« der Strümpfe verlangt; wieder andere halten es für nothwendig, die Strümpfe nach Art der Handschuhe herstellen zu lassen, mit besonderen Abtheilungen für jede Zehe, oder mit wenigstens einer für die grosse Zehe.

Alle in den vorstehenden Zeilen gestreiften Aufgaben des Schuhwerks und der Unterkleidung (Strümpfe) sind einer directen Untersuchung mittelst messender Methoden zugänglich und können somit einer experimentellen Prüfung unterzogen werden. Sie wird ebenso wie auf anderen Gebieten ihren Vortheil entfalten, indem sie die rein empirische Probung nicht überflüssig macht, vielmehr dieselbe auf jenes Gebiet verweist, auf welchem sie thatsächlich einen Nutzen stiften kann.

Dicke, Flächengewicht, specifisches Gewicht, Porenvolum, Wärmeleitungsvermögen.

Was das zur Herstellung von Schuhwerk verwendete Material anlangt, so ist es streng genommen nicht minder verschiedenartig wie Alles, was zur übrigen Bekleidung des Körpers verwendet wird. Das Schuhwerk kann ganz aus Leder bestehen, oder es wird die Sohle aus Leder, das Uebrige aus Segeltuch und Aehnlichem hergestellt, oder die Sohle wird durch Holz ersetzt, aus Leder und Kork, Leder und Pappe combinirt; Filzschuhe, Gummischuhe sind im Gebrauch. Meist ist Schuhwerk gefüttert, sei es mit alaungarem oder sämischem Leder, mit Leinen, Wolle, Flanell oder Pelzwerk.

Auch die lohgaren Leder, wie sie zum Schuhwerk benützt werden, zeigen in Beschaffenheit und Handelswerth die grössten Unterschiede.

Alle Details in Nachstehendem zu berücksichtigen liegt nicht in meiner Absicht; ich habe daher nur das Material aufgegriffen, was als typisch gelten kann und in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle Verwendung findet, also lohgares, alaungares, ölgares Leder, Surogate, wie Kork, Pappe, feinen Woll- und Hutfilz, Gummi. Für die als Fütterung benutzten Leinenstoffe etc. ergeben sich aus anderen von mir ausgeführten Untersuchungen genügend Beispiele als Vergleich. Wer sich eingehender über die Eigenschaften des Ledermaterials unterrichten will, findet in der nachfolgenden Arbeit von Dr. v. Lewaschew die nöthigen Anhaltspunkte.

Das zur Beschuhung verwendete Leder (Rinds- und Kalbsleder) besteht aus mehreren in ihrer Mischung verschiedenen Bestandtheilen; einmal aus der eigentlichen Ledersubstanz, ferner ist das Leder aschehaltig, enthält hygroskopisches Wasser, Luft und namentlich wechselnde Mengen von Fett. Hinsichtlich des Fettgehaltes kommen grosse Schwankungen vor, von 10% bis 50% des Gewichts[1]). Im getragenen Leder stecken auch Schweissbestandtheile von manchmal recht bedeutender Menge.

Alle zur Fussbekleidung verwendeten Stoffe haben schon in einfacher Lage eine ziemlich beträchtliche Dicke. Rindsleder wie Kalbleder misst 1,0 mm, die starken Sorten, die in der Tabelle verzeichnet sind, 1,75 mm. Doch kommen auch wohl etwas dünnere Leder in Gebrauch.[2]) Bei der grossen Dicke versteht sich von selbst, dass auch das Flächen-Gewicht nicht unerheblich ist.

Das lohgare Leder unterscheidet sich von allen andern Bekleidungsstoffen durch die grosse Widerstandsfähigkeit und bietet als Sohle Schutz gegen die Unebenheiten des Pflasters und vor Verletzungen. Dem Wasser gegenüber verhält es sich weit indifferenter als die Kleidungsstoffe; austrocknend verliert es ein wenig an Weichheit, welche es aber im Gebrauch wieder

1) Das spec. Gewicht der entfetteten Leder (lohgar) ist nahe 1,3, ebenso das des Sämischleder, Gummi zu Schuhwerk 1,36, reiner Gummi hat wesentlich weniger.

2) Siehe bei Lewaschew.

gewinnt. Alaungares Leder nässt sich leichter; man findet es als Sohleneinlage in Benutzung. Sämisch Leder[1]), ausserordentlich weich, zeigt eine ungemein grosse Aufnahmsfähigkeit für Wasser und klatscht zusammen. Im Schuhwerk findet es als Futter an Stelle von Leinen Anwendung.

Tabelle I.

Stoffe	Dicke	Flächengewicht	Spec. Gewicht	Luft	Feste Stoffe
Lohg. Rindsleder	1,75	0,125	0,714	42,7	57,3[3])
" "	(1,88)	(0,113)	(0,600)	—	—
Alaung. Leder	1,40	0,049	0,352	72,5	27,5[4])
Sämisch-Leder	1,06	0,020	0,189	85,3	14,7[5])
Lederpappe	1,11	0,056	0,505	61,3	38,7
Kork	2,388	0,0342	0,143	89,0	11,0
Wollfilz	1,64	0,0342	0,209	84,0	16,0
Haarfilz[2])	1,36	0,0426	0,313	75,9	24,1
Gummi[6])	1,53	—	1,34[7])	0	100,0

Das Leder, so fest es erscheint, schliesst also nach vorstehender Tabelle nicht unbedeutende Mengen Luft ein.[8]) Im Sohlenleder sind zum Mindesten, wenn wir die höhere Zahl betrachten, noch 42 % Luft, wenigstens so lange es nicht durch besondere Präparationsmethoden künstlich luftfrei gemacht wird. Auch beim Tragen verliert es den Luftgehalt nicht erheblich, obschon von Aussen Bestandtheile des Strassenschmutzes eindringen und von Innen die Secretionen der Haut von dem

1) Waschleder.
2) Hutfilz.
3) 12% Fett = 0,95 spec. Gewicht, Leder = 1,3.
4) 5% Fett.
5) 1,2% Fett.
6) Von Gummischuhen.
7) Direct bestimmt.
8) Ich mache darauf aufmerksam, dass bei Messung des spec. Gewichts mittelst Sphärometer und Flächengewichtsbestimmung die kleinen Luftschichten, welche durch Unebenheiten der Oberfläche und unvollkommenes Anliegen entstehen, mitgerechnet sind, was vom hygienischen Standpunkt aus nothwendig erscheint.

Leder abgefangen werden. Erheblich luftreicher als das starke Rindsleder ist alaungares Leder, und so luftreich, wie ein guter Trikotstoff das ölgegerbte Sämisch-Leder. Für die Berechnung des Luftgehaltes musste die im Leder eingeschlossene Fettmenge, da Fett nur 0,92—0,93 spec. Gewicht hat, in Betracht gezogen werden. Die Pappe enthält mehr Luft als das Leder, was aber nicht von besonderem Vortheil erscheint; weil diese Luft nach der Benutzung zum Theil dauernd verdrängt wird. Absolut luftfrei ist Gummi[1]); die gelegentlich zu Schuhen verwendeten Filze haben wie der Wollfilz einen höheren, der Haarfilz dagegen einen etwas kleineren Luftgehalt.

Das Schuhwerk besteht an der Sohle und dem Absatz aus mehreren Lagen, im Oberleder nur aus einer Lage; letztere bedeckt von einer Lage Leinen.

Die Dicke des Schuhwerkes ist erfahrungsgemäss sehr ungleich; für den Mann finde ich etwa folgendes:

	Absatz	Sohle	Oberleder
	in Millimeter		
Zugstiefel	34	11	1,0
Gebirgsschuhe . .	30	12	1,0
Schnürschuhe . . .	28	9	1,1
» engl. Mode	18	9	1,0
	Mittel	11	1,0
Leichte Hausschuhe	11	5	0,8

Bei der Frau finden sich ähnliche Verhältnisse:

	Absatz	Sohle	Oberleder
Knopfstiefel . . .	29,0	11,0	1,5
» . . .	18,0	11,0	1,5

Diese Angaben mögen als Beispiele für eine grosse Anzahl von Fällen gelten.

Die Dicke des Schuhwerks misst man am besten mit einem Zirkel, dessen Taster weit ausgebogen sind, um an den zu messenden Stellen bequem herangeführt werden zu können. Nur

1) Für Hartgummi, rein, wird das spec. Gewicht zu 1,177, für Kautschuk zu 1,244 angegeben. Siehe Glan, Poggend. Ann. 1896, Nr. 4 u. 5. Mandelöl hat die Dichte 0,915, Mohnöl 0,919, Ricinusöl 0,961, Muskatbutter 0,943. Siehe ebendort.

für die Schuhe aus lockeren und weichen Stoffen müsste man sich anderer und zwar ganz ähnlicher Verfahren bedienen, wie ich sie für die Körperkleidungsstoffe angewendet habe.

Eine Zusammenstellung über das typische Leitungsvermögen[1]) der in Betracht kommenden Substanzen gibt nachstehende Tabelle.

Tabelle II.

Typisches Leitungsvermögen (Cal. IV).

Stoff	g	β log e	k	Relat. Zahl zu Luft = 0,0000 575	Relat Zahl für 6 g Füllung	k für 6 g Füllung und Luft = 0,0000 532
Lohg. Rindsleder . .	11,5	0,001 038	0,0000 972	169,0	136,6	0,0000 727
Alaung. Leder (Schaf)	4,26	0,000 747	0,0000 676	117,7	124,9	0,0000 664
Sämisch-Leder . .	3,20	0,000 735	0,0000 660	114,9	127,9	0,0000 680
Lederpappe	9,75	0,001 066	0,0001 014	176,4	147,0	0,0000 782
Kork	3,43	0,000 913	0,0000 828	134,3	160,0	0,0000 851
Wollfilz	2,87	0,000 728	0,0000 661	114,9	131,2	0,0000 698
Haarfilz	4,33	0,000 803	0,0000 736	128,0	138,8	0,0000 738
Gummi	14,17	0,001 003	0,0000 999	173,7	131,2	0,0000 698
Leinenstoff, grob . .	—	—	—	—	—	0,0000 809
Lodenstoff	—	—	—	—	—	0,0000 753

Die Ergebnisse sind interessant; wenn man die äusseren Unterschiede und Merkmale vom Leder und den Kleidungsstoffen erwägt, so überrascht die Thatsache, dass die Ledersorten eben-

1) Die Definition über typisches, reelles Leitungsvermögen und über absoluten Wärmedurchgang findet sich Archiv f. Hyg., Bd. XXXI, S. 163.

Die specifische Wärme der Ledersorte bestimmte ich im Bunsenschen Eiscalorimeter zu:

für Rindsleder . 0,453 (fetthaltig),
» Alaun-Leder . 0,387,
» Sämisch-Leder 0,369,

für Gummi berechnet aus der Formel

$$(C_{20}\ H_{32}) \cdot 4 = 0,53.$$

so schlechte Wärmeleiter sind wie z. B. ein so wärmehaltender Stoff wie Loden! Die Bereitungsweise des Leders ist grundverschieden; die chemischen Processe der Herstellung von lohgarem Leder, von alaungarem und Sämisch-Leder haben nichts Gemeinsames und doch sind die Producte so ausnehmend ähnlich im Wärmeleitungsvermögen. Ich will nicht einmal sagen, dass das Rindsleder etwas weniger gut leite wie das alaungare und Sämisch-Leder; denn die geringen Unterschiede lassen sich ausschliesslich durch den Umstand erklären, dass das Rindsleder des Handels fettreicher ist als die beiden andern Ledersorten: Fett leitet aber die Wärme besser wie die Grundsubstanz des Leders und die Wolle.

Gummi und Wollfilz sowie Haarfilz stehen im typischen Leitungsvermögen den Ledersorten ganz nahe oder stimmen direkt überein.

Nicht unbeträchtlich weicht vom Leitungsvermögen des Leders das Material ab, welches gelegentlich als Surrogat für Sohlenleder dienen soll; Kork und die Lederpappe, sie verleugnen ihre pflanzliche Natur nicht, man kann sie im Leitungsvermögen etwa mit dem groben Leinenstoff, den ich beispielsweise in die Tabelle aufgenommen habe, in Parallele stellen.

Das Wärmehaltungsvermögen der untersuchten Stoffe modificirt sich für die Praxis dadurch, dass sie von verschiedenem Luftgehalt und verschiedener Dichte sind. Rindsleder erreicht seine Widerstandskraft nicht nur durch die Zähigkeit der Faser, sondern auch durch die Menge der Substanz in der Volumeinheit. Gummi enthält überhaupt keine Luft.

Das reelle Leitungsvermögen ist in Tab. III S. 228 angegeben. Das starke Rindsleder lässt wegen seiner Dichte erheblich mehr Wärme durch als alaungares und Sämisch-Leder; die Pappe soviel als Leder, dagegen Kork wieder wesentlich weniger. Die Verwendung des letzteren Materials als Einlage in Schuhwerk ist also besser wie die Anwendung von Pappe. Die Filze halten besser warm wie das lohgare Leder. Gummi ist trotz des schlechten Leitungsvermögens in der Grundsubstanz etwas minderwerthig, weil derselbe keine Luft einschliesst und aus compakter Masse

besteht [1]). Das Bauernleinen wie es zur Fütterung des Schuhwerkes benützt wird, hat nur im Leitungsvermögen den Werth von Rindsleder; die Fütterung mit Sämisch-Leder ist — abgesehen von der ungleichen Dicke — also besser warmhaltend.

Tabelle III.

Reelles Leitungsvermögen.

Stoff	Spec. Gewicht im Calor.	Natürliches spec. Gewicht	Relat. Zahl für 6 g Füllung des Calor.	Die Leitung ist zu berechnen auf eine Füllung von x g	Leitungsvermögen bei natürl spec. Gew. Luft = 100	Dasselbe, die Luft = 0,0000532
Lohg. Rindsleder . .	0,265	0,714	136,6	16,13	198,4	0,0001 055
Alaung. Leder . . .	»	0,352	124,9	7,95	133,0	0,0000 707
Sämisch-Leder . . .	»	0,189	127,9	4,26	119,8	0,0000 637
Lederpappe	»	0,505	147,0	13,13	202,8	0,0001 078
Kork	»	0,143	160,0	3,25	132,5	0,0000 704
Wollfilz	»	0,209	131,2	4,71	124,5	0,0000 662
Haarfilz	»	0,313	138,8	7,07	145,7	0,0000 775
Gummi	»	1,34	131,2	30,28	257,4	0,0001 369
Leinenstoff	—	—	—	—	—	0,0001 199
Leder	—	—	—	—	—	0,0000 761

Von den Stoffen, die man zur Unterkleidung benützt, möchte ich noch zum Vergleich erwähnen

Wolltricot . .	0,0000676
Baumwolltricot	0,0001002
Leinentricot .	0,0001523.

1) Ich habe vor mehreren Jahren durch Dr. Ferrati Untersuchungen über die Behinderung des Wärmeverlustes vom menschlichen Arme durch Aermel aus Guttapercha und aus schwarzem Gummi anstellen lassen. Ersteres, 0,13 mm stark, verringert, abgesehen von der Behinderung der Wasserverdunstung, den Wärmeverlust gegenüber dem nackten Arme um 11,4%, der doppelt so dicken Aermel aus Schwarzgummi um 25,1%.

Glan gibt als Leitungsvermögen für die feste Substanz (nicht identisch mit meinen Versuchsbedingungen) von Hartgummi 0,00 036 und für Kautschuk 0,000 550. (Poggend. Ann. 1896, Nr. 4 u. 5). Aus meinem Experimente würde ich für den zu Schuhwerk benützten Gummi noch etwas kleinere Werthe berechnen.

Auch mit diesen kann sich das Schuhwerk wohl in Parallele stellen. Wie das Schuhwerk in seinem Wärmehaltungsvermögen sich verhält, wenn man es als käufliche Waare und unter Anwendung einer Lage benützte, darüber kann man sich an der Hand der nachstehenden Tabelle über den absoluten Wärmedurchgang orientiren.

Tabelle IV.

Absoluter Wärmedurchgang.

Stoff	*k* für das natürl. spec. Gewicht	Dicke im Handel	Wärmedurchgang pro 1 qcm, 1 Sec. und die übliche Dicke
Lohg. Rindsleder	0,0001 055	1,75	0,0006 028
Alaung. Leder	0,0000 707	1,40	0,0005 050
Sämisch-Leder	0,0000 637	1,06	0,0006 009
Lederpappe	0,0001 078	1,11	0,0009 711
Kork	0,0000 704	2,39	0,0002 945
Wollfilz	0,0000 662	1,64	0,0004 085
Haarfilz	0,0000 775	1,36	0,0005 697
Gummi	0,0001 369	1,53	0,0008 947
Leinenstoff	—	—	0,0027 170

Sie zeigt, dass die Materialien für Schuhwerk, wie sie im Handel zu haben sind, nicht so sehr von einander abweichen, wie dies bei den Stoffen für Körperbekleidung der Fall ist. Am wärmsten hält eine Lage Kork, am wenigsten warm die Lederpappe. Von den zur Verstärkung des Leders benützten Stoffen hat Leinen einen nur nebensächlichen Werth für die Wärmehaltung, einen erheblichen aber alaungares, und sämisches Leder.

Nach dieser Darlegung der wärmehaltenden Eigenschaften der zur Herstellung des Schuhwerkes verwendeten Materialien ist es am Platze auf die Art und Grösse des Wärmeverlustes in praktischen Fällen etwas einzugehen. Hierzu ist es nothwendig, auf die Temperaturverhältnisse der Beschuhung etwas näher zu besprechen.

Für die praktische Bekleidung ist zunächst zu erwägen, dass die Beschuhung, wie ich angegeben, zum Theil eine sehr erhebliche Dicke besitzt, allerdings im wesentlichen nur soweit die Isolirung nach dem Boden zu in Betracht kommt, indes das Oberleder verhältnismässig dünn gehalten wird, offenbar um die nothwendigen Verschiebungen und Faltenbildungen, welche beim Gehen entstehen, zu ermöglichen.

Lege ich die von mir angegebenen Dicken des Schuhwerkes[1]) zu Grunde, so findet man als Wärmedurchgang für 1 qcm, für 1° Temperaturdifferenz und 1 Sec.

für das Oberleder	0,001161	cal.
» die Sohle . .	0,000105	»
» den Absatz .	0,000039	» (30 mm Dicke)
für einen Winterkammgarn	0,000292	cal.
» » Winterüberzieher .	0,000185	»

Der Wärmeverlust am Fusse ist weiter abhängig:

a) von den Temperaturdifferenzen an der Innen- und Aussenseite des Leders,

b) von der Grösse der Fläche, welche in Contakt mit dem Boden steht und welche die Luft berührt.

Die Temperaturen sind an den verschiedenen Theilen des Schuhwerks sehr verschieden. Einige Angaben über Temperaturverhältnisse, gemessen am Oberleder habe ich schon früher gemacht.

Die Wärme des Oberleders schwankt mit der Lufttemperatur[2]).

Im Mittel fand sich bei	10°	19,2	also	+ 9,2°
	15°	22,3	»	+ 7,3°
	17,5°	23,9	»	+ 6,4°
	26,0°	28,2	»	+ 2,2°

Die Sohle richtet sich nach der Bodentemperatur, welche an der Stelle herrscht, auf welche der Fuss aufgesetzt wird, und nach dem Leitungsvermögen der Unterlage. Auf Boden mit

---

1) Siehe S. 225.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XXIII, S. 21 ff.

hoher specifischer Wärme, feuchtem Boden, gut leitendem Boden wird die Grenztemperatur anders sein als auf einem aus schlechtleitendem Material hergestellten Teppich oder Boden.

Was die Temperatur im Schuh anlangt, so fand ich im Sommer (Juni 1896) bei einem Gummizugstiefel von 8,3 mm Sohlendicke, 1,0 mm Oberlederdicke und 31,1 mm Höhe des Absatzes zwischen Leder und Wollstrumpf

am Ballen . . 24,1 °
am Hohlfuss . 24,4 °
an der Ferse . . 25,2 °

während das Thermoelement zwischen Fuss und Boden 19,9 °, am Absatz 19,7 ° ergab. Die Differenz zwischen Innen- und Aussenfläche der Sohle war demnach rund 3,8 °. Die Lufttemperatur etwa 20 °.

In einem andern Falle bei etwa 24 ° Lufttemperatur war die Temperatur zwischen Leder und Strümpfe etwa am Ballen 25,1 °, in der Wölbung des Fusses 24,9 °, an der äusseren Lederfläche 23,7 °, die Differenz etwa 1,3 °; am Spannen des Fusses zwischen Leder und Strumpf 27,3 ° und aussen 26,6 ° = 0,7 ° Differenz. —

Als der Fuss auf einer durch Eis gekühlten Kupferplatte lag, sank die Temperatur der Sohle auf 6 °, während zwischen Leder und Strumpf ein Absinken nicht eintrat.

Die Sache verhält sich also ähnlich wie ich es für die sonstige Bekleidung des Körpers nachgewiesen habe. Die Temperaturen an der äusseren Begrenzungsfläche schwanken mit den Luft- und Bodentemperaturen; ich möchte darauf hinweisen, dass beide letztere keineswegs identisch sind, sondern mitunter erheblich differiren, im Winter namentlich kann die Bodentemperatur erheblich tiefer stehen wie die Lufttemperatur und im Sommer bei Besonnung kann der umgekehrte Fall eintreten und der Boden um 20 und 30 ° höher temperirt sein als die Luft.

Die Innentemperatur, namentlich die Hauttemperatur, hält sich auch am Fuss trotz Schwankungen der Aussentemperatur innerhalb weiter Grenzen constant; sie kann steigen oder fallen, wenn gewisse Grenzwerthe, welche individuell verschieden sind,

überschritten werden. Ernährungszustand der Personen, Blutreichthum, Blutarmuth, nervöse Einflüsse mögen im Einzelfall eine wichtige Rolle spielen.

Die Haut des Fusses selbst war wärmer als die Schicht zwischen Strumpf und Sohle und betrug am Ballen etwa 31°, am Spann 32,9°.

Im warmen Zimmer war also die Triebkraft für die Wärmeabgabe durch die Sohle etwa 1,3° und für das Oberleder 0,7° — für die gleiche Fläche also

für das Oberleder 0,001161 × 0,7 = 0,000813 cal.
und für die Sohle 0,000105 × 1,3 = 0,0001365 »

d. h. die Sohle verliert weniger Wärme als das Oberleder, ein Unterschied, der sich auch nicht verwischt, wenn man von der Hauttemperatur und der Temperatur an der Aussenfläche des Schuhwerkes bei der Rechnung ausgeht. Bei niedriger Temperatur liegt demnach der Hauptwerth des Strumpfwerkes im Schutz gegen Wärmeverlust durch das Oberleder. Weitere Details müssen einer besonderen Untersuchung vorbehalten bleiben.

Die Flächenantheile des Schuhwerkes, welche mit der Luft oder dem Boden in Contakt stehen, zeigen grosse Unterschiede. Der Wärmeverlust durch Leitung nach dem Boden hängt ganz von der Contaktfläche des Schuhwerkes mit dem Boden ab und von dem Umstande, wie sich diese Fläche auf Sohle und Absatz vertheilt. Da hierüber weiter nichts bekannt, habe ich diese Flächen bei verschiedener Fussbekleidung gemessen. Auf den glatten Boden kam ein Bogen weissen Papiers, darauf Blaupapier; tritt man darauf und bleibt einige Zeit stehen, so drückt sich die Contaktfläche deutlich ab. Ich habe die blauen Stellen umrandet und mit dem Amsler'schen Planimeter ausgemessen. Dabei kam ich zu dem in Tabelle V S. 233 angeführten Ergebnis.

Der nackte Fuss hatte 133 qcm Contaktfläche, die Berührung mit dem Boden reducirt sich bereits durch Anlegen eines Strumpfes (Wollstrumpfes) auf 114 qcm, eine Zahl, die auch im Hausschuh wenig oder gar nicht sich ändert. Erst mit der

Anwendung des Absatzes hebt sich der Fuss merklich vom Boden ab, doch spielt ausserdem die bis zu einem gewissen Grade zweckmässige, zum Theil durch den Gebrauch sich ergebende, im andern Falle aber durch Modethorheit eingeführte Krümmung der Sohle mit.

Tabelle V.

Contaktflächen.

Bekleidung	Vordere Sohle	Absatz	Summe in 1 qcm
Schlecht constr. Zugstiefel	30,5	25,4	55,9
Gut constr. Zugstiefel	53,5	16,0	69,5
Deutscher Schnürschuh	65,1	23,9	89,0
Englischer Schnürschuh	56,6	35,2	91,8
Hausschuh (ohne Absatz)	76,9	35,6	112,5
Im Strumpf	—	—	114,4
Nackter Fuss	—	—	133,0
Fuss, im Gehen sich abstossend, schl. constr. Zugstiefel	39,2	—	39,2
Gut constr. Zugstiefel	61,1	—	61,1

Bei dem englischen Schuhschnitt ist die Contaktfläche die grösste, wesentlich bedingt durch den übermässig breiten Absatz, und der Fuss hebt sich so wenig vom Boden, dass eine geringe Bedeckung des Bodens mit Wasser oder Schmutz hinreicht, die ganze Sohle zu bedecken. Das ist ein entschiedener Nachtheil dieser Schnittweise. Bei einem im Marsche sich bewährenden Schnitt der Sohle kommen von dem vorderen Theil der Sohle etwa 60 qcm als Contaktfläche in Betracht.

Die Isolirung des Fusses vom Boden ist also etwas, was man für den Schnitt des Schuhes in Betracht ziehen muss und von diesem Gesichtspunkt aus kann man auch in der Erniedrigung des Absatzes ein Zuviel thun. Unsere deutsche Sitte eines mittelhohen Absatzes trifft wohl das Richtige.[1])

1) Eine bestimmte Höhe des Absatzes kann man nicht angeben; aber eine Grösse für das Gefälle, welches die Steigung der Sohle repräsentirt.

Ein gut construirter Schuh soll auch bei dem im Marsche sich abstossenden Fuss keine zu geringe und keine in der Form nach der Schuhspitze zu sich verjüngende Fläche darbieten.

In nachstehender Tafel habe ich die ausgeführten Messungen über die Contaktfläche photographisch verkleinern lassen, um den Ueberblick zu erleichtern und die Anschauung zu fördern. Einer eingehenderen Betrachtung bedarf es bei der Einfachheit des Gegenstandes wohl nicht.

Da die gesammte Oberfläche, welche von dem Schuhwerk bedeckt wird, etwa 700—800 qcm beim Erwachsenen ausmacht, so trifft auf den Contakt mit dem Boden nur ein kleiner Antheil dieser Fläche, bei Schuhwerk mit Hacken $^1/_{10}$ und selbst noch weniger. Daraus folgt unter Berücksichtigung des bereits Gesagten, die wesentliche Bedeutung der Theile für den Wärmeverlust, welche nur in Berührung mit Luft und ausser Contakt mit dem Boden stehen.

Das Leder kann in seiner Eigenschaft sehr wechselnd sein; es ist hygroskopisch, namentlich aber kann es absichtlich mit Fetten durchtränkt werden oder es benetzt sich mit Wasser.

Die Aufnahmsfähigkeit für Oel ist bedeutend. 1,35 g trockenes Rindsleder nehmen in 24 Stunden nicht weniger als 0,57 g Provenceröl auf und die Aufnahmsfähigkeit für Wasser ist noch grösser. Oel wie Wasser vermehren das Leitungsvermögen des Leders, ersteres mehr, letzteres weniger.

Bei dem Schuhwerk kommt hinsichtlich der Wärmehaltung noch in Betracht, ob dasselbe eng anliegt oder locker ist. Das Miteinschliessen von Luft ist natürlich nicht ohne Belang, hält etwas warm, aber nicht in demselben Maasse wie die in den Poren enger Gewebe eingeschlossene Luft.

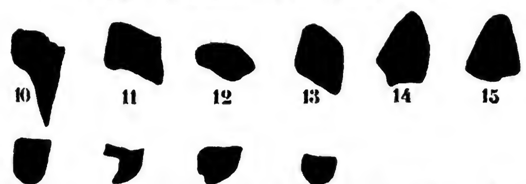
Nur ausnahmsweise bildet Schuhwerk den einzigen Schutz des Fusses; nach allgemein adoptirter Gewohnheit trägt man den Strumpf als eine Art von Unterkleidung. Die Herstellung des letzteren kann in verschiedener Weise vorgenommen werden, durch Stricken und Wirken, mittels Handarbeit oder durch Maschinen. Man kann wohl sagen, dass sehr nennenswerthe



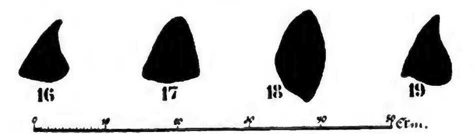
1 u. 2 betrifft den Fuss nackt. 3 Die Springspur nackt. 4 Strumpfbekleidung.



5 Strumpfbekleidung. 6 Fuss in Vorwärtsbewegung. 7 Schnürschuh, englisch. 8 Hausschuh. 9 Schnürschuh, deutsch.



10 Hausschuh. 11 Stumpfer Zugstiefel. 12 Spitzer Zugstiefel 13 Gut sitzender Stiefel. 14 Fuss in Vorwärtsbewegung (13). 15 Desgleichen mit Beschuhung.



16 Fuss in Vorwärtsbewegung mit Stiefel (12). 17 Desgleichen mit Beschuhung (1). 18 Fuss in Vorwärtsbewegung (13). 19 Desgleich. m. Beschuhung (12).

Verschiedenheiten im Gewebe nicht vorkommen; ein etwas abweichendes Gewebe entsteht nur bei dem Rechts- und Linksstricken, wobei Erhöhungen und Vertiefungen, die sich parallel laufen, erzeugt werden. Solche Gewebe sind sehr dehnbar, weshalb zumeist die oberen Enden an Strümpfen, welche zum Festhalten derselben dienen, in dieser Art ausgeführt werden. Mehr Variationen als in der Webweise finden sich betreffs der Qualität der Grundstoffe und der Dicke der Gewebe.

Ueber Dicke, Flächengewicht, specifisches Gewicht und Porenvolum enthält die nachstehende Tabelle wichtige Angaben.

Tabelle VI.

Stoff	Dicke in mm	Flächengewicht in g	Spec. Gewicht	% Luft	% Festes
Schwarze Baumwolle	0,745	0,022	0,297	77,2	22,8
Vigogne	1,065	0,023	0,220	83,1	16,9
Leinen	0,866	0,028	0,325	75,0	25,0
Wolle	2,700	0,051	0,189	85,5	14,5
Wolle, getragen	2,600	0,049	0,187	85,6	14,4
Wolle, abgenützt	2,030	0,037	0,180	86,3	13,7
Wolle, r. u. l. gestr.	3,21	0,049	0,153	88,3	11,7
Leinen, r. u. l. gestr.	1,417	0,027	0,193	85,2	14,8

Die Dicke der hier aufgeführten Materialien ist sehr verschieden. Der Baumwoll- und Leinenstrumpf wie auch der Vigognestrumpf [1]) können als Typus eines leichten Gewebes dienen, während der Wollstrumpf im allgemeinen eine Winterwaare darstellt. Es kommen auch noch Wollstrümpfe von geringerer Dicke vor, sie gelten aber im allgemeinen als nicht sehr haltbar. Seidenstrümpfe, die ich hier ausser Betracht gelassen, würden zu der leichtesten Waare gerechnet werden müssen. Der natürliche Wunsch, einen dünnen oder einen

1) Der Ausdruck Vigogne ist mehrdeutig; einmal versteht man darunter die Haare des in Südamerika und Mexiko vorkommenden Schafkameels, also echte Wolle, zumeist meint man unter Vigogne ein Gemenge von Schafwoll- und Baumwollgarn. Im letzteren Sinne ist der Ausdruck von mir angewendet.

dicken Strumpf zu besitzen, bringt also ohne weiteres eine Auswahl nach verschiedenen Grundstoffen mit sich.

Die Anhänger eines bestimmten Systems wählen meist auch das Strumpfwerk in bestimmtem Grundstoff, mit der Beschränkung, dass alle Strümpfe, gestrickte oder gewirkte, Gewebe sind. So wird Seidentrikot, Leinentrikot, Wolltrikot, Baumwolltrikot zu Strümpfen verwerthet. Wegen dieser Gewebe möge auf die Angaben verwiesen sein, welche hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften des Trikots an anderer Stelle von mir gegeben worden sind. Gewebe von 0,6 oder 0,7 mm Dicke erweisen sich meist als zu dünn für den Gebrauch, weshalb man derartige Strümpfe an den Sohlen oder gewissen, der Abscheuerung besonders ausgesetzten Stellen verdoppelt oder anderweitig verstärkt.

Die Flächengewichte der in der Tabelle aufgeführten Strümpfe entsprechen ziemlich, aber doch nicht ganz, den Dickenverhältnissen.

Das spec. Gewicht schwankt zwischen 0,325 bei Leinen, 0,153 bzw. 0,180 bei Wolle. Die dünneren Gewebe haben ein höheres spec. Gewicht als die dickeren Gewebe.

Was den Reichthum an Luft anlangt, steht das Wollmaterial dem übrigen — gleiche Strickweise vorausgesetzt — voran. Im Vergleich zwischen Leinen, Baumwolle, Vigogne und Wolle erweist sich Leinen am wenigsten luftreich, dann folgt Baumwolle, die Vigogne und endlich reine Wolle. Die Vigogne nimmt, wie es der Natur der Substanz gemäss vorausgesetzt werden kann, eine mittlere Stellung ein. Wie gestrickte Gewebe und Trikot ihrer Struktur nach so nahe übereinstimmen, so finden wir dieselbe Uebereinstimmung auch im spec. Gewicht und Porenvolum.

Einen erheblichen Unterschied bedingt jene Strickweise, die man »rechts- und linksstricken« nennt; sie macht, wie man sieht, die Gewebe luftiger; freilich gilt das nur für jene Fälle, wenn solche Gewebe unter einer zweiten bedeckenden Schicht getragen werden.

Benütztes Strumpfwerk aus Wolle zeigt sich verhältnismässig wenig verändert; obschon dem Ansehen nach eine gewisse Verfilzung eingetreten war, hat der mittlere Luftgehalt doch nicht gelitten.

Der Luftreichthum des in Frage stehenden Materials kann also als ein grosser bezeichnet werden.

Das Wärmeleitungsvermögen der Strumpfwaaren, soweit es von der Anordnung der Fasern und Fäden abhängig ist, ergibt sich aus folgender Tabelle:

Tabelle VII.

Typisches Leitungsvermögen. ((Cal. IV).

Füllung	g	β log e	k	Relat. Zahl zu Luft = 0,0000571	Relat. Zahl für 6 g Füllung	k für 6 g Füllung und Luft = 0,0000532
Sch. Baumwollstr.[1]	3,61	0,000 905	0,00008 215	143,2	171,4	0,0000911
Vigogne	4,28	0,001 000	0,00009 131	158,8	182,4	0,0000970
W. Leinenstr. r. u. l. gestr.[2]) . . .	4,78	0,001 034	0,00009 486	165,0	181,8	0,0000967
Wollstr.[3])	4,85	0,000 826	0,00007 607	132,3	140,0	0,0000744
Lahmann	—	—	—	—	—	0,0000810
Jägertrikot . . .	—	—	—	—	130,5	0,0000707
Leinentrikot . .	—	—	—	—	—	0,0001158
Wollstrumpf, r. u. l. gestr.[2]) . . .	—	—	—	—	—	0,0000698

Zum Vergleich habe ich Trikotgewebe aus verschiedenen Grundsubstanzen in die Tabelle mit aufgenommen.

Nach dem, was wir bisher über den physikalischen Aufbau des Strumpfmaterials gesagt haben, müssen wir erwarten, dass es im typischen Leitungsvermögen mit den Trikotgeweben übereinstimmt. Dies trifft auch mit geringen Abweichungen zu.

Der Baumwollenstrumpf hat annähernd das Leitungsvermögen eines Lahmann-Trikots; die Differenz zwischen beiden dürfte sich aus dem Umstande erklären, dass letzterer ungefärbt, der Baumwollstrumpf aber gefärbt war. Ich habe bei Seide früher gefunden, dass die schwarze Farbe das Leitungsvermögen erhöht.[4])

1) Schwarz, diamant.

2) Rechts und links gestrickt.

3) Grau.

4) Archiv für Hygiene, Bd. XXIV, S. 365.

Der Wollstrumpf und Jägertrikot stimmen bis auf wenige Procente überein. Vigogne (braungefärbte) leitet besser als reine Baumwolle, obschon sie eine Mittelstellung zwischen Baumwolle und Wolle einnehmen sollte. Leinentrikot und Leinenstrümpfe können wegen der Unterschiede in der Herstellung nicht unmittelbar verglichen werden; die Gegenüberstellung der rechts- und linksgestrickten Woll- und der Leinenstrümpfe zeigt uns die von mir schon früher berührte Minderwerthigkeit der Leinwand in thermischer Hinsicht gegenüber von Wolle.

Weil die Strümpfe in ihrer Struktur so ganz den Trikotgeweben gleichen und in dem Porenvolum so nahe übereingehen, versteht es sich von selbst, dass das reelle Leitungsvermögen nur unwesentlich von dem der Trikot differirt, wie sie sonst zur Unterkleidung Verwendung finden und die Reihenfolge im Leitungsvermögen deckt sich mit der Dichte der Gewebe und der Natur ihres Grundstoffes. Am besten lässt bei gleicher Dicke der gefärbte Baumwollstrumpf die Wärme hindurch, während der Wollstrumpf schlechter leitet und die Vigogne eine mittlere Stellung beansprucht. Die Tabelle enthält ein Beispiel, wie sehr das spec. Gewicht eines Gewebes dessen Stellung im reellen Leitungsvermögen beeinflusst; das rechts- und linksgestrickte Leinen hält die Wärme besser zurück als das aus Wolle und Baumwolle gemischte (aber dichtere) Vigognematerial.

Tabelle VIII.

Reelles Leitungsvermögen. (Cal. IV).

Stoffe	Im Versuch beobachtetes spec. Gewicht	Natürliches spec. Gewicht	Leitungsconstante bei 6 g Füllung des Calor.	Die Constante ist zu berechnen auf x g	Leitungsvermögen bei natürl. spec. Gew. Luft = 100	Absolutes Leitungsvermögen bei natürl. spec. Gew. Luft = 0,0000 532
Baumwolle . .	0,265	0,297	0,0000 821	6,71	179,8	0,0000 956
Vigogne . . .	»	0,220	0,0000 913	4,97	167,2	0,0000 889
Leinen, r. u. l. gestr. . . .	»	0,193	0,0000 949	4,35	159,3	0,0000 847
Wollstrumpf .	»	0,189	0,0000 761	4,15	127,3	0,0000 677
Wolle, r. u. l. gestr. . . .	»	0,150	—	—	118,0	0,0000 626

In den Versuchen von Nothwang[1]) haben wir die Vermuthung ausgesprochen, das ungleiche Wärmeleitungsvermögen der Strümpfe möchte wesentlich auf ihrer ungleichen Dicke beruhen. Wir sehen, dass dieser Schluss im Wesentlichen das Richtige getroffen hat; die feineren als thatsächlich bestehenden Unterschiede, die wir hier sehen, haben sich erst mit verfeinerter Methodik auffinden lassen.

Im allgemeinen sind Baumwoll- und Leinenstrümpfe und die selten getragenen Seidenstrümpfe dünne Gewebe, und man fertigt aus Seide und Baumwolle Stoffe von 0,2 mm Dicke und weniger. Der Wollstrumpf ist durchgängig weit dicker; der hier untersuchte mit 2,7 mm ist ein guter Touristenstrumpf; es kommen noch weit dickere Gewebe dieser Art in Gebrauch.

Für den täglichen Gebrauch haben also alle diese Strumpfwaaren einen sehr ungleichen Werth. Bei den grossen Unterschieden der Dicke ergibt sich von selbst, dass das praktische Wärmehaltungsvermögen des Strumpfwerkes im wesentlichen von ihrem Durchmesser abhängt, indess die übrigen Faktoren, Dichte, Grundmaterial u. s. w. zurücktreten. Ich habe nachstehend die Zahlen für den absoluten Wärmedurchgang berechnet und zusammengestellt.

Tabelle IX.

Absoluter Wärmedurchgang.

Stoff	Dicke	Wärmedurchgang pro 1 qcm, 1 Sec. für die natürl. Dicke
Leinentrikot	0,30	0,0039 350
Baumwollstrumpf	0,745	0,0012 833
Oberleder	1,00	0,0011 610
Baumwolltrikot	1,01	0,0009 940
Vigognestrumpf	1,065	0,0008 347
Wolltrikot	1,254	0,0005 669
Leinenstrumpf, r. u. l.	1,417	0,0005 554
Wollstrumpf	2,700	0,0002 507
Wollstrumpf, r. u. l.	3,210	0,0001 950
Sohle	11,00	0,0001 050

1) Archiv für Hygiene, a. a. O.

Da man sich aber auch fragen wird, wie denn quantitativ die Leistung des Strumpfwerkes im Verhältnis zu den Ledertheilen des Schuhwerkes sei, habe ich einige darauf bezügliche Zahlen dem Uebrigen noch beigefügt, sowie Angaben über die Trikotgewebe, wie solche auch zur Fussbekleidung Anwendung finden.

Die Zahlen bestätigen die Annahme, dass der Wärmedurchgang, soweit der Laie ihn zu beurtheilen in der Lage ist, wesentlich von der Dicke der Gewebe bestimmt wird, wodurch gelegentlich selbst Leinengewebe den Wollgeweben überlegen sein können.

Die Strumpfwaaren sind mit Ausnahme von dem dünnsten Leinentrikot und einem dünnen Baumwollenstrumpf alle wärmehaltender als das Oberleder; ausnahmslos weniger wärmesparend als die Sohle. Der Wärmeverlust nach dem Boden hängt also in allererster Linie von der Beschaffenheit der Sohle ab, während den Verlust durch das Oberleder die Beschaffenheit der Strümpfe wesentlich mit beeinflusst. Bei sehr kaltem oder sehr heissem Boden kann aber unter Umständen auch dem Strumpfwerk ein wesentlicher Werth für die durch den Contakt vermittelte Wärmebewegung wohl zukommen.

Die Anordnung der Fussbekleidung entspricht dem Grundsatz der homogenen Kleidung, wie wir ihn sonst aufgestellt haben, nicht; es lässt sich dieser Gesichtspunkt aus naheliegenden Gründen nicht zur Durchführung bringen.

Elastische Eigenschaften der Fussbekleidung.

Beim Gehen, Steigen, Laufen, Springen wird der Körper periodisch gehoben und fällt aus einer grösseren oder geringeren Hubhöhe nieder auf den Boden. In den bisherigen Betrachtungen über die Aufgabe des Schuhwerks hat man den Umstand, dass die Sohle vielleicht die Rolle hat, den Stoss des fallenden Körpers zu dämpfen, ganz vernachlässigt. Ich bin der Anschauung, dass diese Frage von Wichtigkeit ist, und dass man empirisch eine grössere Leistungsfähigkeit am Menschen bei guter Dämpfung des Stosses nachweisen kann. Die Fussbekleidung wird einen

gewissen Grad von Elasticität besitzen müssen, wenn eine maximale Leistung von den Gehwerkzeugen verlangt wird. Man kann dagegen nicht ins Feld führen, dass man ja auch unbekleideten Fusses marschiren und die Sohle abhärten kann, wie wir dies bei manchen auf niederer Stufe stehenden Völkerschaften sehen. Für die Dämpfung eines Stosses steht uns allerdings in der elastischen Muskulatur ein Apparat von vorzüglichster Leistungsfähigkeit zu Gebote.

Aber diese Erwerbungsmöglichkeit einer unempfindlichen Sohle bietet dem Civilisirten keinen wahren Vortheil, da er aus Dutzend anderen Gründen im täglichen Leben des Schuhwerkes eben nicht entrathen kann und weil vom hygienischen Standpunkt das letztere unbedingt als nothwendig erscheint.

In unelastischer Fussbekleidung wirken alle Stösse empfindlich auf den Körper, es entstehen auch Schwielen, Schürfungen, Reizungen der Sohlenhaut. Auch an den Seiten und dem Fussrücken kann eine gewisse Nachgiebigkeit des Materials von guter Wirkung sein.

Haben aber die zur Fussbekleidung benützten Materialien nachweisbar elastische Eigenschaften, und sind die einzelnen Stoffe graduell unterschieden?

Ich habe für alle wesentlichen Fälle die Comprimirbarkeit mittelst des von mir angegebenen Sphärometers geprüft[1]) und die in Tabelle X auf S. 243 angegebenen Zahlen erhalten.

Die Comprimirbarkeit der hier in Betracht kommenden Substanzen ist eine ziemlich verschiedene. Auch das starr erscheinende R i n d s l e d e r weicht dem belastenden Drucke aus. Etwas weicher ist das a l a u n g a r e L e d e r und am weichsten das s ä m i s c h e L e d e r. Ich möchte da besonders betonen. dass man mit der Hand die Weichheit nie mit Bestimmtheit prüfen kann, wenn man nicht gleichdicke Stücke des Leders benützt, was im allgemeinen aber nicht zutreffen dürfte. D i e u n g l e i c h e C o m p r i m i r b a r k e i t d e c k t s i c h i n u n s e r e n F ä l l e n

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 51.

wieder mit dem spec. Gewicht bei allen drei Ledersorten. Die als Surrogat des Leders bei Sohlen mitverwandte Pappe ist zwar auch compressibel, hat jedoch schon bei Belastung I die Grenze der Comprimirbarkeit erreicht. Auch mit Hinsicht auf die Dämpfung der Bewegung ist dieses Surrogat minderwerthig.

Tabelle X.

	Trocken						Feucht					
	Belastung			Relativ. Zahl Belastung			Belastung			Relative Zahl Belastung		
	0	I	II	0	I	II	0	I	II	0	I	II
Lohg. Rindsled.	1,885	1,490	1,417	100	79,0	75,1	1,785	1,505	1,486	94,8	79,9	75,1
Alaung. Leder	1,396	0,993	0,938	100	70,9	67,0	—	—	—	—	—	—
Sämischleder	1,067	0,570	0,541	100	53,4	50,7	—	—	—	—	—	—
Lederpappe	1,11	0,770	0,770	100	69,3	69,3	1,128	1,068	1,058	101,6	96,2	95,3
Kork	2,388	2,265	2,258	100	90,6	90,3	—	—	—	—	—	—
Wollfilz	1,64	1,037	1,00	100	63,2	60,9	—	—	—	—	—	—
Haarfilz	1,36	0,927	0,912	100	68,1	67,0	—	—	—	—	—	—
Gummi	1,53	1,37	1,36	100	89,5	88,9	—	—	—	—	—	—

0 ist eine minimale, I eine stärkere, II eine sehr starke Belastung.

	Absolute Dicke				Relat. Zahlen		
Leder in Oel	1,575	1,395	1,368	=	83,5;	73,5;	72,0,
Pappe » »	0,917	0,772	0,775	=	82,6;	69,5;	69,8.

Der Gummi, wie er zu Schuhen verwendet wird, erwies sich als weniger nachgiebig wie die Ledersorten, ich habe schon früher bei dem Vergleich mit den Kleidungsstoffen[1]) auf diese Thatsache aufmerksam gemacht. Aber man muss bedenken, dass die Comprimirbarkeit des Gummis, des Leders und der Kleidungsstoffe verschiedene Dinge sind. Bei letzteren weichen die Theile dem Druck aus, soweit die in den Stoffen und Geweben vorhandenen Lücken es gestatten, Gummi ist luftfrei und werden beim Comprimiren die festen Theilchen gegeneinander verschoben.

Auch bei starker Belastung zeigt der Gummi noch Compressionsfähigkeit. Wollfilz und der dichtere Haarfilz sind

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 60.

annähernd in dem Maasse comprimirbar, wie man es etwa nach ihrem mittleren spec. Gewicht erwarten kann.

Sämmtliche Materialien, welche zur Beschuhung Verwendung finden, sind und zwar in hohem Maasse comprimirbar; ihre Wirkung in dieser Hinsicht wird namentlich durch den Umstand, dass zu den Sohlen sehr dicke Lagen von Stoffen benützt werden, noch gesteigert.

Bei zweistündigem Liegen im Wasser hatte Rindsleder um einiges an Dicke abgenommen[1]); dem Druck I und II gegenüber verhält es sich genau wie trockenes Leder. Auch das Einlegen in Oel hat besondere Veränderungen in der Comprimirbarkeit nicht erkennen lassen; wenn schon die Biegbarkeit des Leders dadurch zunimmt.

Die Pappe quillt in Wasser und verliert in diesem Zustand fast alle Elasticität; denn auch der starke Druck II reducirt die Dicke nur um 6%, während trockene Pappe um über 30% nachgibt. Weniger nachtheilig wirkt das Oelen der Pappe.

Bei nacheinander wiederholter Belastung werden Kork und Gummi kaum um 5% von ihrer ursprünglichen Dicke abweichen, die übrigen Stoffe, wie die Ledersorten um etwas mehr, gegen 10%. Längere Entlastung und die im Gebrauch eintretende Verbiegung der Stoffe stellen die anfänglich vor der Compression gegebenen Verhältnisse wieder her.

Die Strümpfe unterstützen das Lederwerk in seiner Rolle als elastisches Polster. Die nachfolgenden Messungen zeigen die quantitativen Verhältnisse.

Tabelle IX.

Stoff	Trocken Dicke in mm Belastung			Feucht Dicke in mm Belastung		
	0	I	II	0	I	II
Schwarze Baumwolle	0,707	0,355	0,347	0,680	0,340	0,330
Vigogne	0,820	0,447	0,400	0,762	0,410	0,357
Weisser Leinenstrumpf, r. u. l. gestr.	1,216	0,650	0,600	1,135	0,550	0,492
Gr Wollstrumpf	2,350	1,187	1,003	2,542	1,162	0,962
Leinenstrumpf	0,866	0,602	0,597	—	—	—

1) Es quillt aber bei sehr langem Eintauchen in Wasser.

Relative Zahlen; die Dicke (trocke

Stoff	Tr
	Di
Schwarze Baumwolle . . .	
Vigogne	
Weisser Leinenstrumpf, r	
Gr. Wollstrumpf . .	
Leinenstrumpf . .	

Alle ur
Baumwoll
angewar
gilt fü
stelle

las
s
c

dafür, wie maassgebend das spec. Gewicht ist.

lle XII.

Spec. Gew. belastet II	Luftgehalt unbelast.	Luftgehalt belastet II
633	77,2	51,3
[illegible]	83,1	55,8
	75,0	64,0
	85,5	63,0

ion:

ung
ass
t,
r

Gewalt in die ursprüngliche Gestalt zurück. Zur Prüfung dieser Gesichtspunkte maass ich die Dicke der Stoffe mehrmals nacheinander bei 0-Belastung und der maximalsten II. Die Ergebnisse dieser Messung bringen für das Lederwerk und die Gewebe der Strümpfe[1]) die nachfolgenden Tabellen.

Tabelle XIII.

	Wolle		Baumwolle		Leinen	
	Belastung		Belastung		Belastung	
	0	II	0	II	0	II
Strümpfe	2,670	1,215	0,910	0,485	1,390	0,785
	2,475	1,245	0,695	0,470	1,240	0,760
	2,390	1,205	0.670	0,465	1,165	0,750
	2,390	1,200	0,680	0,465	1,155	0,730
Glatte Gewebe	0,355	0,240	0,255	0,200	0,320	0,225
	0,340	0,250	0,240	0,195	0,290	0,220
	0,320	0,240	0,225	0,190	0,270	0,205
	0,320	0,250	0,226	0,190	0,270	0,205
Trikots	0,940	0,445	0,820	0,490	1,100	0,750
	0,885	0,445	0,695	0,495	0,950	0,745
	0,875	0,445	0,720	0,495	0,930	0,745
	0,850	0,445	0,725	0,490	0,930	0,745

Die Dicke nach mehrmaliger Belastung verhält sich zur anfänglichen Dicke = 100.

	Wolle	Baumwolle	Leinen
Strümpfe	89,5	73,6	(75,9)
Glatte Gewebe	90,0	86,3	84,7
Trikots	90,4	88,4	84,5
Rindsleder	80,5	—	—
Gummi	96,5	—	—
Kork	98,1	—	—

Daraus folgt, dass in dieser Hinsicht alles, was aus Wolle hergestellt wird, einen Vorzug vor den gleichartigen Geweben aus Baumwolle und Leinen besitzt.

1) Leinenstrümpfe r. u. l. gestrickt; glatt gestrickte geben weniger als Baumwolle.

Häufig genug wird das Lederwerk und die Strümpfe durch Nässe getroffen; die elastischen Eigenschaften werden im allgemeinen nicht erheblich verändert. Zweistündige Einlage von Leder in Wasser liess dessen Dicke nicht zunehmen, Pappe quillt unbedeutend. Bei starker Belastung wird Leder ebenso comprimirt, wie im trockenen Zustande; die Pappe ist dagegen erheblich unelastischer. Strumpfwerk aus Baumwolle, Vigogne, Leinen wird im benetzten Zustande compressibler, am unverändertsten hält sich die Wolle, die für die Belastung 0 etwas an Dicke zugenommen hatte. Befürchtet man also eine gelegentliche stärkere Durchnässung des Schuhwerkes, so hat Wolle Vorzüge vor dem anderen Material.

Die Adhäsion[1]) benetzter Stoffe aus Baumwolle, Seide, auch Leinen ist grösser als die von Wolle; eine feste Adhäsion des Strumpfwerkes erscheint schädlich. Bei den Bewegungen des Fusses sollte eine möglichst leichte Verschiebbarkeit gegeben sein. Adhäsion bedingt auch ein Aneinanderliegen des Gewebes und Faltenbildung, die auch von der Dicke des Gewebes mit abhängig ist. Je dünner der Stoff, um so schneller hat er die minimalste Wassercapacität erreicht und um so schlotteriger erweist er sich. Eine Faltung kann nach kurzer Zeit durch Scheuern der weichen Haut dieselbe der Oberhaut berauben.

Durchnässung der Fussbekleidung, Hautthätigkeit und Ventilation.

Schutz gegen äussere Nässe gehört zu den wichtigen Aufgaben der Fussbekleidung. Die gewöhnlichen Ledersorten haben die Eigenthümlichkeit, dass sie sich nur schwer benetzen. Dies mag sowohl von den Eigenschaften des Leders abhängen als auch von dem Reichthum an Fett. Alles getragene Leder führt reichlich Fett, aber auch schon am frischen ungeschwärzten findet sich eine grosse Menge von Aetherextract. Ist Schuhwerk bestimmt mit Wasser in enge Berührung zu kommen, so bildet das Oelen das einzige Mittel, welches ausreichende Dichte gibt.

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 59.

Da die Menge der Porenräume bei dem Rindsleder und anderen Sorten lohgaren Leders eine verhältnismässig geringe ist, so werden bei energischem Fetten fast alle Hohlräume mit Fett durchtränkt.

Dieses Mittel verhindert zwar Eindringen von Wasser; wir tauschen aber eine andere weniger angenehme Eigenschaft dafür ein, das Leder wird durch Oelen sehr viel wärmedurchgängiger. Oel verdrängt im Leder die Luft; ersteres ist aber weit wärmedurchlässiger als die Luft und selbst besser leitend als die Ledergrundsubstanz.

Wird das Schuhwerk von innen durchnässt, so wird unter Umständen das Wasser auch durch die Substanz des Leders hindurchwandern, vorausgesetzt, dass nicht durch die Präparationen der Oberfläche des Leders mittels Oel, Lack u. s. w. die Durchgängigkeit aufgehoben ist. Wir haben schon gezeigt, dass bei mässigem Fettgehalt des Leders immerhin ein Theil der Poren für einen Luftaustausch noch verfügbar ist; eine grosse Bedeutung aber für die Sohle ihm zuzusprechen wäre verfehlt, weil die grosse Dicke derselben eine erhebliche Wirkung nicht erwarten lässt. Wenn man bedenkt, wie beschränkt der Luftaustausch durch eine einzige Lage eines dünnen 0,2 mm dicken Leinenstoffes, der im Luftgehalt ähnlich dem Leder sich verhält, gefunden wird, kann man sich klar machen, dass durch die fünfzigfache Dicke eines Sohlenleders von einem Luftaustausch so gut wie nicht mehr zu sprechen ist. Anders liegt die Sache für die im Hause getragenen Wollfilze u. dgl. Die Korksohlen haben trotz ihres hohen Luftgehaltes keine Ventilationswirkung, weil die Luft in den Hohlräumen des Korkes eingeschlossen ist.

Zieht sich das Leder voll mit Wasser, so hat dies auch seine Nachtheile und grössere als das Oelen des Leders. Dringt Wasser in das Leder, so gelangt es auch in das Strumpfwerk und durchfeuchtet zum mindesten dasselbe. Das Wärmeleitungsvermögen gewässerten Leders ist bedeutender als das von geöltem. Der Hauptvortheil, welchen das Fetten des Leders in thermischer Hinsicht bietet, besteht darin, dass das Anhaften von Wassertheilchen an der äusseren Lederober-

fläche vermieden wird, wodurch dann auch die starke Wasserverdunstung, wie sie bei durchnässtem Leder immer eintritt, wegfällt. Um diesen Zweck zu erreichen, kann man sich auch einer sehr dünnen Fettschicht bedienen und ein Durchfetten des Leders in allen seinen Theilen ist durchaus nicht nothwendig. Einen praktischen Vortheil gewährt auch die Weichheit des gefetteten Leders, während durchnässtes und darnach getrocknetes Leder zunächst immer etwas hart ist.

Die Fussbekleidung will auch mit Rücksicht auf ihre Beziehung zur Hautthätigkeit etwas näher betrachtet sein. Der Fuss betheiligt sich bei den meisten Menschen in einem sehr regen Maasse an der Wasserdampfabgabe; es beruht dies einerseits auf der grossen Zahl von Schweissdrüsen an der Planta pedis, vielleicht auch auf der grösseren Leistungsfähigkeit derselben. Nach den bis jetzt vorliegenden quantitativen Untersuchungen betheiligt sich der Fuss ebenso an der Schweisssecretion wie die Hand [1]); die von der ganzen bekleideten Körperfläche abgegebene Schweissmenge ist 3,8 mal grösser als die von den beiden Füssen secernirte. Der Begriff Schweisssekretion und das Auftreten tropfbar flüssigen Schweisses sind übrigens keineswegs identische Dinge. Tropfbar flüssiger Schweiss tritt nur auf, wenn die Bedingungen für die Verdunstung local ungünstige sind. Der Laie bezeichnet als stark schwitzende Stellen diejenigen, wo er zuerst die Schweissperlen wahrnimmt: dieses Kriterium trifft nicht immer das Richtige. Bekleiden wir eine Hautstelle irrationell, d. h. mit einem für Wasser undurchgängigen Stoff, so wird diese Hautstelle zur Bildung tropfbar flüssigen Schweisses veranlasst. Man bemerkt den Stirnschweiss am leichtesten, weil diese Stelle allgemein sichtbar ist; er entsteht durch die Einlage von Leder im Hute, wodurch die Verdunstung aufgehalten wird.

Keine Stelle des menschlichen Körpers ist mehr für die Ablagerung von flüssigem Schweiss geeigenschaftet als das

1) Archiv für Hygiene, Bd. X, S. 254.

Schuhwerk; wohl immer ist die Luft im Schuh wasserdampfreicher als andere Stellen in der Kleidung, und deshalb kommt es bei gesteigerter Wasserverdampfung vom Körper auch leicht zur Durchnässung. Die Ursache liegt in der geringen Durchlässigkeit des Schuhwerkes für Wasserdampf. Ist das Schuhwerk nicht abnorm fetthaltig, so kann es das vom Strumpfe abgegebene Wasser aufnehmen und dieses seinen Weg durch das Leder hindurch nach aussen nehmen. In welchem Grade dies geschieht lässt sich allgemein nicht angeben. Das Leder findet man sehr häufig hochgradig kochsalzhaltig an den Stellen, wo es mit dem Strumpf in inniger Berührung steht. Manchmal sind Kochsalzkrystalle zwischen Leder und der Leinenfütterung von Schuhwerk zu sehen. Man wird auch die Möglichkeit zugeben müssen, dass Schweissbestandtheile (Salze u. s. w.) das ganze Lederwerk durchziehen und nach aussen gelangen.

Am wichtigsten in Beziehung zur Hautathmung ist natürlich das Strumpfwerk. Es herrschen sehr irrige Vorstellungen über die Wirkung des letzteren auf die Schweisssecretion. Local, durch sehr wärmehaltendes Strumpf- und Schuhwerk kann die Schweisssecretion zumeist gar nicht beeinflusst werden. Dies wäre nur dann möglich, wenn der Organismus an sich schon der Grenze, bei welcher er Schweiss secerniren muss, sehr nahe gekommen wäre; dann könnte vielleicht die weitere Behinderung des Wärmeverlustes vom Fuss zu stärkerer Secretion führen. Bewiesen ist bis jetzt aber ein derartiges Vorkommnis nicht. Wenn wärmehaltende Fussbekleidung erfahrungsgemäss bisweilen zu Schweiss*ablagerung* Veranlassung gibt, so liegt dies mehr in der *Behinderung der Ventilation* und in der *Wasserdampfstauung*.

Eine specifisch schweisstreibende oder schweissmindernde Wirkung kommt weder der Wolle, noch der Seide, dem Leinen oder der Baumwolle zu, wie ich durch ganz eingehende Experimente habe erweisen lassen.[1]) In diesen genannten Fällen

1) Archiv für Hygiene, Bd. X, a. a. O.

wurden gestrickte Strümpfe verglichen; wollte man aber auch den Gebrauch anderer Gewebe, wie sie ausnahmsweise zur Fussbekleidung benützt werden, z. B. Fusslappen aus glatten Stoffen, in den Kreis der Beobachtung ziehen, so würde in Analogie zu den von mir bei den glatten Hemden gemachten Erfahrungen bestimmt zu erwarten sein, dass das Tragen derartigen Materials durch Stagnation der Luft die Ablagerung flüssigen Schweisses vermehrt.

Die Natur des Strumpfwerkes und seine Herstellungsart hat eine grosse Bedeutung für die Wanderung der Schweissbestandtheile; wie zuerst durch Versuche in meinem Laboratorium erwiesen worden ist, fangen Baumwoll- und Leinenstrümpfe den von der Haut kommenden Schweiss ab und halten ihn fest, während die Wolle in ausnehmendem Maasse den Schweiss nach aussen wandern lässt.[1])

Hinsichtlich der Aufnahmsfähigkeit für Wasser ist das Strumpfwerk so günstig gestellt wie die Trikotgewebe im allgemeinen.

Tabelle XIV.

Stoff	1000 Theile nehmen Wasser auf	% Luft	% Wasser	% Festes
Schwarze Baumwolle	1000,0	47,5	29,7	22,8
Vigogne	1227,0	56,1	27,0	16,9
Weisses Leinen, r. u. l. gestr. .	1321	62,4	25,5	12,1
Wollstrumpf	1444	58,2	27,3	14,5

Den geringsten Luftgehalt haben bei minimalster Wassercapacität Leinen und Baumwollstrümpfe; über erstere enthält die Tabelle keine Angaben und mag auf meine früheren Untersuchungen an Leinentrikots verwiesen sein. Wird Leinen sehr locker verarbeitet, wie bei dem rechts und links Stricken, dann nimmt es keine so ungünstige Stellung ein; leider eignet

1) Archiv für Hygiene, Bd. X, S. 272.

sich die Anwendung dieser Strickweise nicht für jene Parthien des Strumpfes, die hauptsächlich zur Wasseraufnahme bestimmt sind. Der Wollstrumpf enthält im benetzten Zustande die meiste Luft. Das Strumpfwerk bietet im allgemeinen auch im Zustande hochgradiger Benetzung Gelegenheit zur Luftcirkulation, wodurch das Trocknen der an der Haut anliegenden Parthien ungemein gefördert wird.

Je dünner der Strumpf und je dichter derselbe, um so mehr steigt die Neigung desselben zur Adhäsion und zur Faltenbildung bei der Benutzung. Diese Vorbedingung findet man am häufigsten bei Leinen-, Baumwolle- und Seidenstrümpfen. Ich habe schon a. O. auseinandergesetzt, dass nicht der Verlust der Elasticität, sondern die Schwere der benutzten Stoffe zur Faltung Veranlassung gibt.

Der eingelagerte Schweiss geht in dem Strumpfwerk zum Theil in Zersetzung über, wobei sich auch flüchtige Produkte bilden; in welchem Maasse dies geschieht ist von der Zeit des Tragens und von der Hautreinlichkeit abhängig. Doch sei bemerkt, dass nach den Untersuchungen, welche Chelius[1]) in meinem Laboratorium ausgeführt hat, die einzelnen Materialien sich sehr unterscheiden. Wolle, Leinen, Reformbaumwolle enthalten weniger zersetzten Schweiss als gewöhnliche Baumwolle, Seide dagegen mehr. Leinen und Baumwolle lassen eine rasche Verdunstung des Ammoniaks zu, die übrigen Stoffe aber nicht.

Die Lüftung des Schuhwerks ist eine ebenso bedeutungsvolle Aufgabe wie die Lufterneuerung in der übrigen Kleidung. Dass das Lederwerk nur mangelhaft für die Lufterneuerung eingerichtet ist, geht schon aus der Thatsache hervor, dass es im allgemeinen kein Wasser von Aussen nach Innen lässt.

Die Ventilation und Entlüftung des Schuhwerks muss im wesentlichen nach oben zu durch die Oeffnungen desselben erfolgen; der Austausch der Luft wird aber auch durch die mechanischen Bewegungen und Verschiebungen, welche pumpenartig

1) Inaugural-Dissertation, Marburg 1891.

wirken, befördert. Recht genaue Vorstellungen erhält man hierüber durch Untersuchung der chemischen Beschaffenheit der Luft in dem Schuhwerk. Solche Untersuchungen habe ich durch Dr. Wolpert bereits in meinem Laboratorium ausführen lassen. Das Resultat der Experimente über den CO_2-Gehalt der Luft in Schuhen war folgendes:[1])

Tabelle XV.

Versuchsperson H. W.

Lufttemperatur 16,1° C., relative Feuchtigkeit 54%.

Luft in Umgebung				0,336‰ CO_2,
Blosser Strumpf	0,402	oder	+ 0,066	» »
Pantoffel	0,438	»	+ 0,102	» »
Schnürschuhe	0,623	»	+ 0,287	» »
Halbschuhe	0,700	»	+ 0,364	» »
Weite Zugstiefel	0,955	»	+ 0,609	» »
Enge Zugstiefel	1,004	»	+ 0,668	» »

Der gewöhnliche Strumpf gibt bereits ein geringes Hindernis für die Lüftung der Haut. Der Pantoffel vermindert die Lüftung auch. Von dem für die Strasse bestimmten Schuhwerk lüftet ein Schnürschuh am besten, am schlechtesten ventiliren die Gummizugstiefel, deren dichter Abschluss über den Knöcheln die Ursache ihres wenig rationellen Verhaltens ist.

Die Bestrebungen, das Leder, mit Rücksicht auf seine geringe Luftdurchgängigkeit, durch anderes Material zu ersetzen, sind so ziemlich alle fehlgeschlagen, weil poröseres Material zu weich, zu nachgiebig ist, nur geringen Nässeschutz und Schutz vor Verletzungen bietet und eine sehr rasche Luftcirkulation, vielleicht in der kühleren Jahreszeit der Wärmehaltung etwas im Wege steht.

Den für die Haut im allgemeinen angenommenen Grundsatz, dass die erste deckende Schicht, aus keinem dichten oder aus keinem zu dünnen Gewebe bestehen soll, können wir ohne weitere Modifikation auch für die Fussbekleidung annehmen und er erhält

1) Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, S. 291.

hier noch allgemeine Giltigkeit insoferne, als gerade beim Fuss der Wasserdampf und die Wasserabgabe eine bedeutungsvollere Rolle spielen als an vielen anderen Stellen unserer Haut.

Auch empirisch hat man wohl herausgefühlt, dass dichtes und dünnes Material am ungünstigsten sich stellt. Das Strumpfwerk wird überall gestrickt und nur eine thörichte Verfeinerungssucht hat es namentlich bei den Frauen dahin gebracht, dass man viel zu fein gewirktes Material benützt. Solches ist unelastisch, füllt sich leicht mit Wasser, klebt an der Haut, legt sich in Falten und drückt, kurz es hat so schlechte Eigenschaften, dass es eben nur im allerbeschränktesten Maasse benützt werden kann.

Rauhheit der Gewebe.

Wenn man auch manchmal von der Nothwendigkeit einer Frottirwirkung auf die menschliche Haut spricht und einer solchen eine viel zu weitgehende Bedeutung zumisst, so wird doch kaum gefordert werden, dass die Fussbekleidung frottire; hat sie diese Wirkung, so lässt das Aufscheuern nicht lange auf sich warten. Rauhheit der Gewebe drückt sich weder im Luftgehalt noch in der Comprimirbarkeit aus. Sie hängt im wesentlichen von der Eigenschaft des Fadens ab; scharf gesponnener Faden erzeugt das Gefühl der Rauhigkeit. Manche Grundstoffe lassen sich gar nicht zu einem harten Faden verspinnen; so z. B. die Wolle, leichter die Baumwolle, Seide und Leinen.

Die fühlende Hand macht sehr feine Unterschiede; wenn man aber objectiv zu einer Beurtheilung des Rauhigkeitsgrades kommen will, so ist dies nicht ganz einfach zu erreichen. Ich habe nach mannigfachen Vorversuchen folgendes Verfahren gewählt.

Auf einem Schlitten aus Metall wird mittelst einer Schraube der fest eingespannte Stoff fortbewegt; auf dem Stoff gleitet eine feine, nicht zu scharfe Spitze, welche durch mehrfache Uebertragung einen Schreibhebel in Bewegung setzt. Die Belastung, welche der Fühlstift ausübt, muss ausserordentlich klein sein, damit er den feinsten Veränderungen der Oberfläche folgen kann. Die Excursionen werden an einer berussten

Trommel, welche gleichzeitig mit dem Schlitten bewegt wird, aufgeschrieben.

Da ein solches Instrument, das man Rauhigkeitsmesser nennen kann, bis jetzt nicht benützt wurde, habe ich in nachfolgender Tafel einige Aufschreibungen zusammengestellt.

(Siehe Tafel I und II.)

Bei den glatt gewebten Stoffen, Batist, Kaschmir, feinem Leinen zeigen sich deutliche Unterschiede. Desgleichen zwischen feinen und groben Leinen.

Ein anderes Bild liefern die Trikotgewebe. Die Härte der Gewebe, die dem Tastgefühl sich verräth, entspricht den grossen Erhebungen und Senkungen in rascher Folge, ein typisches Beispiel der Leinentrikot; ähnlich oder doch annähernd gleiche Verhältnisse bietet der Seidentricot, weit kleinere Excursionen fanden sich bei Baumwolle, bei Wolltrikot wird der gleitende Stift ziemlich gleichmässig über die Haare hinweggeführt.

Bei den Strümpfen ist, wenn sie getragen waren, zumeist die Curve verschieden, je nachdem man sie an der der Haut zugewendeten oder der äusseren Seite prüft. Nur die Aussenseite wird durch Scheuern und Reiben geglättet, die innere Seite bewahrt ihre specifische Oberfläche. Bei Baumwolle und Leinen prägt sich dies Verhalten deutlichst aus, bei Wolle ist es minder deutlich, weshalb die entsprechende Curve beiseite gelassen wurde.

So gleichartig wie bei den Tricots ist die Oberfläche bei den Strümpfen deshalb nicht, weil die Fadendicke eine weit beträchtlichere ist und die Maschenweite zu vollständigem Einsinken des Tasters Gelegenheit bietet. Aussen verfilzen Baumwolle und Leinen in gewissem Grade. Vergleicht man Leinen, Baumwolle und Wolle an ihrer die Haut berührenden Fläche, so ist die Anzahl der Reize bei den beiden ersteren zahlreicher als bei Wolle.

Archiv für Hy Tafel II.

Leinenstrumpf, lin

Leinenstrumpf, rech

Wo

Druck und Verlag
in Münche

Gefälle der Sohle und Befestigung des Schuhwerks.

Ein Punkt von eminenter Wichtigkeit, dem die gebührende Aufmerksamkeit durchaus nicht angemessen zu Theil geworden ist, betrifft die Art der Befestigung des Schuhwerks; wie wir eben gesehen haben, entscheidet für die zu wählende Art der Befestigung bereits die Güte der Ventilation. Aber auch nach anderer Richtung, im Hinblick auf die Erhaltung des normalen anatomischen Baues des Fusses sollte man darauf Rücksicht nehmen.

Der Fuss soll auf der geneigten Bahn der Sohle nicht nach abwärts gleiten, weil sonst die Zehen einen unnöthigen Druck erfahren und gekrümmt werden. Die Construction von Schuhen mit Absätzen ist nichts Unzweckmässiges und schützt wie wir oben gezeigt haben vor unnöthiger Erhitzung und Abkühlung des Fusses. Daher muss, wenn das Abwärtsgleiten vermieden werden soll, der Fuss fest fixirt sein. Dies trifft in ungenügendem Maasse beim Halbschuh und dem Gummizugstiefel zu. Dagegen erlauben richtig construirte Schuhe zum Knöpfen und Schnüren die gewünschte Befestigung.

Ein Constructionsfehler liegt für den Schuh darin, dass man die Absatzhöhe mit wenig Abweichungen für verschiedenes Schuhwerk beibehält, auch wenn die Länge des Schuhes eine ganz verschiedene ist. So kommt es dann, dass bei den Frauen das Gefälle des Schuhwerks meist grösser ist als beim Manne.

Beim längeren Gehen und Stehen nimmt namentlich bei älteren Leuten durch eine gewisse Schwellung der Fuss an Volumen zu, und dieser Möglichkeit sich anzupassen, sollte das Schuhwerk vermöge seiner Construction geeigenschaftet sein. In dieser Hinsicht bietet uns das Schnüren der Schuhe eine beliebige und ausreichende Variation.

Wir haben in dem Vorstehenden näher und quantitativ dargelegt, wie eine Reihe von Eigenschaften des Schuh- und Strumpfwerkes beschaffen sind, welche wir, nach der praktischen Erfahrung zu schliessen, als zweckmässig betrachten müssen. Vielleicht geben die hier niedergelegten Untersuchungen Anstoss,

die rationellen Seiten der Fussbekleidung nicht nur in anatomischer Hinsicht zu studiren, vielmehr die sonstigen Functionen unserer Haut mit in Betracht zu ziehen. Wenn man bedenkt, dass bereits 1782 Peter Camper die Verbesserung der Fussbekleidung in anatomischer Hinsicht angeregt hat, und wie viel für diese wichtige Frage in Wort und Schrift bis in die neueste Zeit gekämpft worden ist, befremdet die auch heutzutage noch bestehende Unwissenheit und der Indifferentismus in gebildeten Kreisen. So werden wohl auch für viele andere Verbesserungsvorschläge auf diesem Gebiete erst nach vielen Jahrzehnten die Früchte unserer Bemühungen zu erwarten sein.

Ueber das Wärmeleitungsvermögen des Leders.

Von

Dr. v. Lewaschew.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Berlin.)

I. Einleitender Theil.

Um grosse Fragen der hygienischen Forschung ihrer Lösung zuzuführen, sind noch viele und oft mühsame Einzeluntersuchungen nothwendig; denn nur eine genaue Kenntnis zahlloser Faktoren, deren Zusammenwirken für die Erhaltung und Förderung unserer Gesundheit und unseres Wohlbefindens wesentlich ist, lässt erwarten, dass wir den Forderungen der Hygiene gerecht werden; oder um die Worte meines hochverehrten Lehrers, Prof. Rubner, anzuführen: »Das Endziel hygienischer Bestrebungen ist zwar stets eine praktische Lösung, aber nur in systematischer Arbeit lässt sich diese auf kürzestem Wege erreichen.«[1])

Eine Aufgabe von grösster hygienischer Bedeutung ist nun die möglichst genaue und umfassende Kenntnis der Materialien — ihrer Struktur, ihrer physikalischen und chemischen Beschaffenheit — welche für unsere Bekleidung Verwendung finden. Dank fundamentaler Arbeiten Prof. Rubner's ist zur Zeit auf dem Gebiet der Untersuchung verschiedener Gewebe und ihrer Grundstoffe schon viel geleistet und weitere Untersuchungen nach

1) Archiv für Hygiene, Bd. XV, S. 29.

dieser Richtung werden durch die neugeschaffenen Methoden beträchtlich erleichtert.

Wenig oder gar nicht in Angriff genommen sind Untersuchungen über die hygienisch wichtigen Eigenschaften des Materials, welches zur Fussbekleidung hauptsächliche Verwendung findet, des Leders. Diese Thatsache erscheint um so merkwürdiger, als in Betreff einer rationellen Construktion und Form unserer Fussbekleidung eine nicht unerhebliche Literatur vorhanden ist. (Meyer, Vötsch, Sulquin, Starke, Priklonsky und Andere.)

Inwieweit aber das gebräuchliche Material unserer Fussbekleidung den hygienischen Anforderungen entspricht, wissen wir, wie gesagt, nur sehr ungenügend. Infolgedessen habe ich es auf Anregung von Herrn Prof. Rubner gern übernommen, im Laboratorium des Hygienischen Institutes Untersuchungen über einige physikalische Eigenschaften des Leders durchzuführen. Die Hauptaufgabe meiner Untersuchungen war, das Wärmeleitungsvermögen des Leders festzustellen. Zu diesem Zwecke bediente ich mit des Stefan'schen Calorimeters (S. Arbeiten von Rubner im Arch. f. Hyg., Bd. 24, S. 290). Der bei meinen Versuchen verwendete Apparat war derselbe, mit dem Dr. H. Grimm und Dr. C. von Bültzinglöwen (Ueber das Wärmeleitungsvermögen der zur Militärkleidung dienenden Stoffe, Arch. f. Hyg., Bd. XXVII, H. II) gearbeitet haben. Ausserdem bestimmte ich noch nach den von Rubner gegebenen Methoden (Arch. f. Hyg., Bd. XV., S. 29) die Dichte, das spec. Gewicht, minimalste Wassercapacität und Porenvolumen. Um zu beurtheilen, welches Material im chemischen Sinne für die physikalischen Versuche Verwendung fand, bestimmte ich auch quantitativ den Gehalt des Leders an Trockensubstanz (die Trocknung wurde bei 80—90° C. vorgenommen [1]), an Asche und Stickstoff (nach Kjeldahl) und die Menge der in Petroleumäther löslichen Substanzen, also vor allem der Fette, mit welchen das Leder bei

1) Nach Heizerling, S. Post, Chemisch-technische Analyse, 1890/91 S. 237.

seiner Bereitung durchtränkt wird. Die Extractionszeit im Soxhlet'schen Apparat betrug für je 3—5 g der fein zerschnittenen und getrockneten Substanz gleichmässig 10—11 Stunden.

Bei einer so complicirt zusammengesetzten Substanz, wie sie das Leder darstellt, durfte man durch die chemische Untersuchung auch einen Einblick erwarten in die Beziehungen, welche sehr wahrscheinlich zwischen den physikalischen Eigenschaften und der chemischen Beschaffenheit bestehen, und sonach schien die chemische Untersuchung des Leders auch aus diesem Gesichtspunkte Interesse zu bieten.

Vor der Beschreibung der von mir angestellten Versuche mögen einige allgemeine Bemerkungen zur Kenntnis des von mir untersuchten Materials, des Leders, Raum finden. Das Leder ist bekanntlich ein Produkt mannigfacher Bearbeitung von Häuten verschiedener zahmer und auch wilder Thiere (vornehmlich grösserer Säugethiere). Der wichtigste Process bei der Verarbeitung der Häute zu Leder ist die Gerberei. Nach Fischer[1]) ist der Zweck der Gerberei »die Ueberführung der Haut in Leder, d. h. in diejenige Substanz, welche bei genügender Festigkeit, Biegsamkeit und Geschmeidigkeit sich von der enthaarten Haut dadurch unterscheidet, dass sie der Fäulnis in hohem Grade widersteht. Die Gerbprocesse haben ferner stets den Zweck, durch irgendwelche Mittel das Zusammenkleben der Fasern der Haut beim Trocknen zu verhindern.

Das Produkt, welches als Resultat einer ganzen Reihe verschiedener Proceduren bei Bearbeitung der Häute entsteht, stellt sich uns folgendermaassen dar: An einem Stück Leder unterscheiden wir schon mikroskopisch zwei Seiten, Haar- und Fleischseite; die erste ist gewöhnlich glatt oder auch genarbt, mit kleinsten punktförmigen Vertiefungen an den Stellen, wo die Haare sassen, weiss, schwarz oder mit irgend einer anderen Farbe bedeckt. Die Fleischseite ist meistens rauh, oft aber auch glatt, weiss, geschwärzt, gefärbt oder mit Lack bedeckt. Im Quer-

1) Fischer-Wagner, Handbuch der chemischen Technologie, 1886, S. 734.

schnitt beobachten wir gleich falls zwei Schichten: die dünnere aber dichtere Schichte, welche der Haarseite angehört (intermediäres Corium)[1], und die dickere lockere Schichte (eigenthümliches Corium), welche der Fleischseite zugehört. Bei Betrachtung unter dem Mikroskop weist das Leder eine im Grossen und Ganzen netzförmige Struktur auf, aus vielfach sich kreuzenden und verwickelten Fasern bestehend. Dieses Bild findet seine Erklärung darin, dass bei der Bearbeitung der Thierhäute die ganze Epidermis (die Hornhaut mit dem Rete Malpighii) beseitigt wird; überhaupt werden alle Zellbildungen, also auch der panniculus adiposus an der Fleischseite zerstört. Als Endresultat verbleibt das in zwei Schichten getrennte Stroma, bestehend aus den einerseits dicht ineinander verwickelten und anderseits locker angeordneten Fasern des Coriums.

Das fertige in den Handel gebrachte Leder stellt aber keineswegs das Bindegewebe des Coriums in reinem Zustande dar, es schliesst vielmehr noch eine ganze Reihe von Substanzen theils pflanzlicher oder thierischer, theils mineralischer Herkunft ein: alle diese Substanzen sind bei den verschiedenen Processen der Bearbeitung in die Häute eingedrungen und zwar rein mechanisch auf der Oberfläche der Bindegewebsbündel und zwischen den einzelnen Fasern abgelagert oder aber sie bilden mehr oder weniger innige chemische Verbindungen mit der Substanz des Bindegewebes (Sämisches Leder). Nach Fischer[2]) geht nämlich die Bindegewebsfaser mit der Gerbsäure und Phlobaphenen, mit verschiedenen Metalloxyden wie Thonerde, Eisenoxyd, Chromoxyd, ferner mit oxydirtem Fett, dann mit fettsauren Metalloxyden (unlöslichen Metallseifen), endlich mit Pikrinsäure, Piensäure (aus Colophonium) und anderen organischen Stoffen Verbindungen ein, ähnlich wie die Thier- und Pflanzenfasern mit den Farbstoffen. Zum Schluss der Bereitung des Leders tränkt man dasselbe vielfach mit verschiedenen Fetten und Fettmischungen

1) Manchmal wird das intermediäre Corium ganz abgezogen z. B. Spiegelrossleder und sämischgares Leder).

2) a. a. O., S. 736.

(Fischthran, Dégras, Talg, Paraffin u. a.), schwärzt, färbt, deckt mit Leimlösungen u. s. w.

Wir ersehen also aus dem eben Gesagten, dass das Leder seiner Struktur nach in Analogie zu stellen ist mit einigen künstlichen, mit Farbstoffen imprägnirten Geweben, die zur menschlichen Bekleidung Verwendung finden, am nächsten nämlich mit den Tuchen, dass es aber nach seiner chemischen Beschaffenheit keine einheitliche organische Verbindung, sondern vielmehr eine Combination verschiedenartigster Stoffe darstellt. Mit vollem Recht können wir behaupten, dass die chemische Zusammensetzung des Leders im allgemeinen eine viel complicirtere ist als die der wollenen, baumwollenen, leinenen und seidenen Gewebe unserer Bekleidung. Infolgedessen stellt auch die Untersuchung der verschiedenen in hygienischer Beziehung in Betracht kommenden Eigenschaften eine complicirte Aufgabe dar.

Wir betrachten deshalb unsere Versuche, zu deren Beschreibung wir nunmehr übergehen, nur als orientirende, welche für weitere Bearbeitung vielfacher Fragen einige Grundlagen liefern mögen.

II. Experimenteller Theil.

Ich habe im Ganzen 28 Proben von gebräuchlichen Ledersorten und zwar von Rinds-, Kalbs-, Ross-, Ziegen- und Schafleder nach den oben besprochenen Richtungen geprüft. Die meisten dieser Ledersorten finden hauptsächlich als Oberleder bei Herstellung der Fussbekleidung Verwendung; manche Sorten aber (Nr. 24, 26) dienen als Futterleder oder zu andern Zwecken, wie Reit oder Waschleder (Nr. 27 u. 28). Den grössten Theil dieses Ledermaterials habe ich aus einer Lederhandlung in Berlin bezogen.

In der Tabelle I sind die Angaben über Dicke, spec. Gewicht, Volumen der festen Substanz, Porenvolumen, minimalster und maximalster Wassercapacität, sowie über den Fett-, Asche- und Wassergehalt zusammengestellt. Das spec. Gewicht des luft- und fettfreien Leders wurde zu 1,3 angenommen. (Nach mündlicher

Mittheilung, die ich Herrn Prof. Rubner verdanke, schwankt das spec. Gewicht trockenen Leders zwischen 1,265 und 1,31, das spec. Gewicht des Fettes = 0,93.)

Um die minimalste Wassercapacität zu prüfen, brachte ich ein vorher gewogenes Stück Leder von ca. 40—60 qcm in ein mit Wasser von Zimmertemperatur gefülltes Gefäss, drängte es mit Hilfe eines Glasstabes auf den Boden des Gefässes und wartete eine Stunde; dann wurde das Leder aus dem Wasser herausgenommen, in ein Handtuch eingeschlagen und mit den Händen möglichst stark abgepresst, worauf es sogleich wieder gewogen wurde. Die Zunahme des Gewichts betrachtete ich als minimalste Wassercapacität. Alle Lederproben sind in der Tabelle nach ihrem spec. Gewicht angeordnet.

(Folgt Tabelle I S. 265.)

Wir ersehen aus der Tabelle, dass die Dicke unserer Lederproben innerhalb 2,49 und 0,66 mm schwankt; diese Dicke differirt meist bedeutend von der bei Militärstoffen angetroffenen von 2,00—0,40 mm. Weiterhin finden wir, dass das spec. Gewicht des Leders sich innerhalb weiter Grenzen zwischen 0,918 und 0,206 bewegt, und in der entsprechenden Weise schwankt die Menge der in dem Leder vorhandenen Luft (von 180 bis 841 auf 1000).

Bei Durchnetzung mit Wasser verhalten sich die verschiedenen Ledersorten sehr ungleich. Manche nehmen schon in einer Stunde soviel Wasser auf, als sie überhaupt aufzunehmen vermögen und halten davon 78—100 % fest. Solche Proben sind also in diesem Zustand so gut wie luftdicht. Andere Sorten aber (vom spec. Gew. 0,209—0,916) nehmen in der gleichen Zeit um 22,8—47 % Wasser auf und enthalten sonach pro 1000 noch 648—951 offene Poren.

Der Fettgehalt vermindert im allgemeinen die Aufnahmefähigkeit des Leders für Wasser (Nr. 2, 4, 5, 14). Doch scheint, dass in derselben Richtung auch andere Factoren wirksam sein

1) Grimm und Bültzinglöwen, a. a. O., S. 291.

Tabelle I.

Nummer	Bezeichnung	Dicke in mm	1 qcm wiegt bei natürlicher Dicke in g	1 ccm wiegt g spec. Gewicht	Volum der festen Substanz p. m.	Porenvolum p. m	1 g Stoff nimmt an maximal. Wasser auf g	1 g Stoff nimmt (über 1 Stunde) an minimal. Wasser auf g	Verhältn. d. minim. u. maxim. Wassercapacit. in % (Porenfüllung)	Nach Benetzung bleib. Poren offen p. m	Fettgehalt in % auf trockene Substanz	Aschegehalt in % auf trockene Substanz	Wassergehalt in %
1	Rindleder (russ. Jucht.)	2,34	0,215	0,918	805	195	0,21	0,19	91	19	35,54	0,51	9,49
2	Kalbleder (russ. Jucht.)	1,30	0,119	0,916	820	180	0,19	0,09	47	95	40,52	1,71	9,65
3	Kalbleder (Satin)	0,99	0,088	0,896	814	186	0,20	—	—	—	43,93	1,21	10,34
4	Rindleder	1,42	0,126	0,886	783	217	0,24	0,13	54	100	37,63	2,93	8,73
5	Rossleder	1,74	0,154	0,884	805	195	0,21	0,10	48	101	46,28	0,61	5,63
6	Rossleder (Spiegelleder)	1,71	0,150	0,879	710	290	0,33	0,26	78	64	12,81	0,61	10,08
7	Kalbleder	1,43	0,118	0,827	700	300	0,36	0,38[1])	100	—	25,60	0,77	8,02
8	Kalbleder, lakirtes	0,93	0,075	0,800	637	363	0,46	0,48[1])	100	—	8,82	2,32	5,90
9	Rindleder, getrag.	1,86	0,142	0,762	625	375	0,49	0,25	51	174	20,59	3,90	10,90
10	Kalbleder	1,53	0,114	0,747	681	319	0,43	0,43	100	—	22,36	0,58	10,34
11	Rindleder	2,49	0,182	0,730	590	410	0,50	0,48	96	16	13,00	1,01	9,83
12	Kalbleder (Glacé)	1,02	0,072	0,705	581	419	0,59	0,45	76	101	12,69	23,36	10,05
13	Getrag. Rindleder	2,06	0,143	0,692	570	430	0,62	0,43	74	112	18,14	2,44	11,30
14	Kalbleder (Glacé)	1,13	0,077	0,683	590	410	0,60	0,22	37	258	30,85	1,41	7,03
15	Schafleder unecht. Saffian	0,99	0,066	0,668	568	432	0,65	0,39	60	173	26,74	0,65	16,50
16	Rindleder	2,49	0,148	0,593	486	514	0,87	0,60	70	154	16,60	0,70	9,21
17	Rindleder, lakirtes	2,01	0,118	0,584	478	522	0,89	0,55	62	198	15,50	2,74	8,03
18	Ziegenleder (Glacé)	1,16	0,066	0,567	460	540	0,95	0,35	37	340	13,95	1,99	11,71
19	Ziegenleder (schw. Chevreaux)	0,96	0,052	0,543	431	569	1,05	0,34	32	387	8,23	6,67	13,82
20	Ziegenl. (Chagrin)	0,99	0,053	0,541	432	568	1,05	0,90	86	79	9,54	0,91	9,90
21	Rindleder (russ. Jucht.)	2,22	0,120	0,540	435	565	1,05	0,57	54	200	12,01	0,52	15,27
22	Ziegenl. (Chagrin)	1,14	0,061	0,532	427	573	1,08	0,74	68	181	11,45	0,50	11,53
23	Ziegenleder (braun Chevreaux)	0,66	0,031	0,466	374	626	1,34	0,40	30	438	11,41	7,18	15,06
24	Schafleder (Futterl.)	1,18	0,052	0,461	362	638	1,38	0,95	76	153	4,91	1,33	14,86
25	Kalbleder (deutsch. Juchten)	1,28	0,058	0,455	358	642	1,41	0,80	58	270	5,39	2,65	12,42
26	Schafleder (Futterl.)	1,38	0,044	0,320	266	734	2,29	0,71	31	506	21,02	18,03	15,55
27	Hirschleder (Reitleder)	1,07	0,028	0,259	201	799	3,08	1,24	40	478	2,28	5,74	12,07
28	Lammled. (Fenster- od. Waschleder)	0,93	0,019	0,209	159	841	5,30	1,21	23	648	1,21	9,67	14,07

1) Quellung.

können; die Proben Nr. 18, 19 und 23 sind vergleichsweise bedeutend ärmer an Fett, gleichwohl ist die minimalste Wassercapacität dieser Proben auch nicht gross. Andererseits können wir nicht übersehen, dass z. B. Nr. 1 u. 7 rasch grosse Mengen Wasser aufsaugen, wiewohl die Fettmenge (bezw. der Petroleumätherextract) dieser Proben recht erheblich ist, nämlich 35,5 bis 25,6 %.

In allen Fällen können vielfache Factoren physikalischer und chemischer Natur das Endresultat der Prüfung beeinflussen, z. B. die Grösse und Gestalt der Poren, die Natur und Eigenschaften der auf der Oberfläche der Bindegewebsbündel und Fasern abgelagerten und sie durchtränkenden Stoffe u. s. w. Es wird die Aufgabe späterer specieller Untersuchungen sein, diese Dinge zu verfolgen.

Die Schnelligkeit, mit der das Wasser in ein Stück Leder eindringt, ist gleichfalls eine sehr verschiedene. Viele Lederproben nehmen, wie schon gesagt, innerhalb einer Stunde die maximale Wassermenge auf, und ihre minimalste Wassercapacität ändert sich nicht, wenn die Einwirkung des Wassers 24—48 Stunden andauert. Manchmal tritt sogar eine Verminderung des Gewichtes ein, was unschwer darin seine Erklärung findet, dass einige Ledersorten mit der Zeit an das Wasser eine nicht unbedeutende Menge wasserlöslicher Substanzen abgeben; gewöhnlich lässt sich dies schon an einer ziemlich starken Färbung des Wassers erkennen.

Andere Ledersorten tränken sich nur allmählich und langsam mit Wasser an, wie dies aus Tabelle II (S. 267) ersichtlich wird.

Diese hier in Betracht kommende Eigenschaft des Leders ist nach Heizerling[1]) durch bestimmte technische Bearbeitungsarten der Thierhäute bedingt (mineralgares Leder). Eine gewisse Uebereinstimmung zwischen bedeutendem Fett- und Aschegehalt einerseits und einer verminderten Wasseraufnahmefähigkeit andererseits findet in der That auch in unseren Fällen statt.

1) Post, Chemische Technologie, 1890, S. 628. Heizerling zeigt nämlich, dass lohgares Leder am leichtesten Wasser aufnimmt im Vergleich zu mineralgarem Leder.

Tabelle II.

Nr.	Bezeichnung	1 g Stoff nimmt an minim. Wasser auf g (minimalste Wassercapacität)			Chemische Bestandtheile in Proc. auf trock. Substanz	
		1 Stunde im Wasser	24 Stunden im Wasser	48 Stunden im Wasser	Fett	Asche
1	Rindleder (russ. Juchten)	0,19	0,27	—	35,54	0,51
2	Kalbleder (russ. Juchten)	0,09	0,22	—	40,52	1,71
4	Rindleder	0,13	0,32	—	37,63	2,93
5	Rossleder	0,10	0,17	—	46,28	0,61
12	Kalbleder (Glacé)	0,45	0,64	—	12,69	23,36
14	Kalbleder (Glacé)	0,22	0,31	—	30,85	1,41
15	Schafleder (unechtes Saffian)	0,39	0,50	—	26,74	0,65
18	Ziegenleder (Glacé)	0,35	0,64	0,64	13,95	1,99
19	Ziegenleder (schwarz-Chevreaux)	0,34	0,57	0,72	8,23	6,67
21	Rindleder (russ. Juchten)	0,57	0,65	—	12,01	0,52
23	Ziegenleder (braun-Chevreaux	0,40	0,57	0,69	11,41	7,18

Nach der Durchnässung und der darauf folgenden Abtrocknung behält das Leder sein ursprüngliches Aussehen und seine früheren Eigenschaften, wie Geschmeidigkeit, Biegsamkeit u. s. w. in einem ganz verschiedenen Grade bei. Manche Sorten (insbesondere sämisches Leder Nr. 27 u. 28, braunes und schwarz Chevreaux Nr. 19 u. 23, Juchtenleder Nr. 1, 2 u. 25) sehen nach den genannten Proceduren ganz unverändert aus; andere dagegen (in höchstem Grade das Schafleder Nr. 27, Chagrin Nr. 20 und 22, Kalbsglacé Nr. 12, Saffian Nr. 15 und theilweise Rindleder Nr. 11) ziehen sich zusammen, schrumpfen und verwandeln sich in eine mehr oder weniger unbiegsame, harte Substanz. Für die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens können wir keineswegs allein den wechselnden Fettgehalt als maassgebend ansehen.

Die Tabelle III zeigt uns das Wärmeleitungsvermögen des Leders. Unsere Versuche galten bei mittlerer relativer Feuchtigkeit der Luft. Mit jeder Lederprobe wurden 2—4 Versuche mittelst Stefan'schen Calorimeters angestellt und daraus

(Fortsetzung des Textes auf S. 270.)

Tabelle

Nummer	Bezeichnung	Füllung des Calorimeters in g	$\beta \log e$	k	Relat. Zahl zu Luft
1	Rindleder (russ. Jucht) .	18,008	0,001 492	0,0001 675	280,5
2	Kalbleder (russ. Jucht.) .	7,850	0,000 814	0,0000 855	143,2
3	Kalbleder (Satin)	7,905	0,000 915	0,0000 960	160,8
4	Rindleder	11,352	0,001 030	0,0001 108	185,6
5	Rossleder	15,560	0,001 126	0,0001 242	208,0
6	Rossleder (Spiegelleder . .	12,207	0,000 906	0,0000 980	164,1
7	Kalbleder	10,921	0,000 855	0,0000 917	153,6
8	Kalbleder, lackirtes . . .	6,870	0,000 697	0,0000 727	121,8
9	Rindleder, getragenes . .	11,440	0,000 948	0,0001 023	171,4
10	Kalbleder	10,698	0,000 930	0,0000 996	166,8
11	Rindleder	15,390	0,001 256	0,0001 386	232,1
12	Kalbleder (Glacé)	6,506	0,000 795	0,0000 822	137,7
13	Rindleder, getragenes . .	11,602	0,000 977	0,0001 053	176,4
14	Kalbleder (Glacé	6,250	0,000 699	0,0000 726	121,6
15	Schafleder (unechtes Saffian)	4,845	0,000 669	0,0000 685	114,7
16	Rindleder	15,152	0,001 235	0,0001 363	228,3
17	Rindleder, lackirtes . .	10,010	0,000 918	0,0000 979	164,0
18	Ziegenleder (Glacé) . . .	5,334	0,000 746	0,0000 766	128,3
19	Ziegenleder (schwarz Chevreaux	4,975	0,000 696	0,0000 713	119,4
20	Ziegenleder (unechtes Chagrin	5,117	0,000 756	0,0000 776	129,9
21	Rindleder (russ. Juchten .	7,419	0,000 779	0,0000 816	136,7
22	Ziegenleder (unechtes Chagrin)	4,965	0,000 728	0,0000 746	124,9
23	Ziegenleder (braun Chevreaux)	2,614	0,000 687	0,0000 694	116,2
24	Schafleder (Futterleder . .	4,771	0,000 669	0,0000 689	115,4
25	Kalbleder (deutsches Juchten)	4,666	0,000 663	0,0000 678	113,6
26	Schafleder (Futterleder) . .	4,021	0,000 679	0,0000 692	115,9
27	Hirschleder (Reitleder . .	2,620	0,000 647	0,0000 653	109,4
28	Lammleder (Fensterleder) .	1,594	0,000 668	0,0000 670	112,2
29	Luft	—	0,000 602	0,0000 597	100

III.

Relat. Zahl zu Luft für 6 g	Absolute Zahl für 6 g und Luft = 0,0000532	Specifisches Gewicht bei 6 g Füllung	Specifisches Gewicht natürliches	Die Leitungsconstante bei 6 g Füllung ist zu berechnen auf eine Füllung von g	Relatives Leitungsvermögen zu Luft bei natürl. spec. Gewicht	Absolutes Leitungsvermögen bei natürl. spec. Gewicht und Luft = 0,0000532	Dicke in mm	Wärmedurchgängigkeit bei natürlich. Dicke, per 1 qcm, 1 Sec. und 1 Temp.-Differenz
160,1	0,0000 852	0,261	0,918	21,06	310,9	0,0001 654	2,34	0,0007 068
133,0	0,0000 707	»	0,916	21,09	215,5	0,0001 146	1,30	0,0008 815
146,1	0,0000 777	»	0,896	20,58	258,1	0,0001 373	0,99	0,0013 869
145,2	0,0000 773	»	0,886	20,34	251,6	0,0001 339	1,42	0,0009 429
141,6	0,0000 753	»	0,884	20,28	240,6	0,0001 280	1,74	0,0004 356
131,5	0,0000 700	»	0,879	20,22	206,1	0,0001 096	1,71	0,0006 409
129,4	0,0000 688	»	0,827	19,02	193,2	0,0001 028	1,43	0,0007 188
119,0	0,0000 633	»	0,800	18,39	158,2	0,0000 842	0,93	0,0009 054
135,9	0,0000 723	»	0,762	17,52	204,8	0,0001 090	1,86	0,0005 860
137,4	0,0000 731	»	0,747	17,17	207,0	0,0001 100	1,53	0,0007 189
151,5	0,0000 806	»	0,730	16,78	244,0	0,0001 298	2,49	0,0005 213
134,8	0,0000 717	»	0,705	16,20	194,0	0,0001 032	1,02	0,0010 117
139,5	0,0000 742	»	0,692	15,91	201,7	0,0001 089	2,06	0,0005 286
120,7	0,0000 642	»	0,683	15,70	154,2	0,0000 820	1,13	0,0007 257
118,2	0,0000 629	»	0,668	15,35	146,5	0,0000 779	0,99	0,0007 867
150,8	0,0000 802	»	0,593	13,63	215,4	0,0001 146	2,49	0,0004 602
138,0	0,0000 734	»	0,584	13,42	184,9	0,0000 984	2,01	0,0004 895
131,8	0,0000 701	»	0,567	13,03	169,0	0,0000 899	1,16	0,0007 750
123,4	0,0000 656	»	0,543	12,48	148,6	0,0000 791	0,96	0,0008 239
135,1	0,0000 719	»	0,541	12,44	172,7	0,0000 919	0,99	0,0009 283
129,6	0,0000 689	»	0,540	12,41	161,2	0,0000 858	2,22	0,0003 864
130,1	0,0000 692	»	0,532	12,23	161,4	0,0000 859	1,14	0,0007 535
133,3	0,0000 709	»	0,466	10,71	159,4	0,0000 848	0,66	0,0012 848
119,3	0,0000 635	»	0,461	10,60	134,1	0,0000 713	1,18	0,0006 042
117,5	0,0000 625	»	0,455	10,46	130,5	0,0000 694	1,28	0,0005 422
123,7	0,0000 658	»	0,320	7,36	129,1	0,0000 687	1,38	0,0004 978
121,5	0,0000 646	»	0,259	5,95	121,3	0,0000 645	1,07	0,0006 028
145,9	0,0000 776	»	0,206	4,73	136,2	0,0000 725	0,93	0,0007 795
—	—	—	—	—	—	—	—	—

das Mittel genommen. Die Berechnung geschah nach folgender Formel:

$$K = \frac{P\,C\,\Delta}{F \log e} \cdot B \log e \left(1 + \frac{W}{4\,P\,C}\right)$$

Für unsern Apparat:

$P\,C$ = 15,682 (Wasserwerth des Calorimeters).
Δ = 2,5 mm (Abstand beider Cylinder).
F = 90,765 cm (Mittel der den Hohlraum (23,01 cm) umgebenden beiden Cylinderflächen.[1])

W = Wasserwerth (spec. Wärme) des Leders habe ich für Rind- und Kalbleder = 0,453, für Nr. 27 u. 28 (sämisches Leder) = 0,369 und für alle übrigen = 0,387 angenommen. (Nach mündlichen Mittheilungen von Prof. Rubner ist die spec. Wärme von Rindsleder = 0,453, Alaunleder = 0,387, sämisches Leder = 0,369.)

Das absolute Leitungsvermögen der Luft nehme ich zu 0,0000532 an (nach Rubner).

Man sieht in der Tabelle unter der Rubrik »Absolute Zahl für 6 g Füllung und Luft = 0,0000532« wieviel Calorien durch den Quadratcentimeter in einer Sekunde hindurchgehen, wenn die Begrenzungsflächen 1 cm abstehen und in der Temperatur um 1° C. differiren. (Spec. Gewicht für 6 g der Füllung = 0,261.)

Die Rubrik »Absolutes Leitungsvermögen bei natürlichem spec. Gewicht und Luft = 0,0000532« gibt die Wärmemenge,

---

1) Siehe Archiv für Hygiene, Bd. XXVII, H. 2, S. 113. An dieser Stelle möchte ich noch bemerken, dass, wie mir scheint, keine absolute Nothwendigkeit besteht, zu warten, bis die Glycerinsäule ad maximum gestiegen ist, um dann erst die letzte Ablesung zu machen, die Correktur des Barometerstandes auszuführen u. s. w. Wenn wir, während wir die Schnelligkeit der Steigung der Glycerinsäule zu Anfang des Versuches beobachten, den Barometerstand kennen, so sind wir im Stande, gleich nach Schluss dieser Beobachtung die Höhe, bis zu welcher die Glycerinsäule ansteigen wird, zu berechnen; dadurch aber vermindert sich die Dauer jedes einzelnen Versuches um ein Bedeutendes. Bei grossen unregelmässigen Schwankungen des Barometerstandes ist es immer besser, keine Versuche mit dem Apparat zu machen.

welche durch die Lederprobe bei obgenannten Bedingungen, aber bei natürlichem spec. Gewicht hindurchgeht.

Die letzte Rubrik zeigt uns den Wärmedurchgang bei natürlicher Dicke.

Aus der Betrachtung der Tabelle können wir erstens den Schluss ziehen, dass das Leder überhaupt die Wärme schlecht leitet; es steht nach seinem Wärmeleitungsvermögen in einer Reihe mit den Wollgeweben und unterscheidet sich nicht unbedeutend von den baumwollenen und leinenen Geweben, wie dies aus Tabelle IV hervorgeht, in welcher die Grösse des Wärmeleitungsvermögens der Militärstoffe und des Leders bei ähnlichem spec. Gewicht zusammengestellt ist.

Tabelle IV.

Nummer	Leder			Militärstoffe		
	Bezeichnung	Spec. Gew.	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gew.	Bezeichnung	Spec. Gew.	Relat. Zahl zu Luft bei naturl. spec. Gew.
15	Schafleder (unechtes			Drillichhose	0,654	321,24
	Saffian)	0,668	146,5	Hemd	0,507	274,55
16	Rindleder	0,593	215,4	Drillichjacke (neu)	0,500	246,75
17	Rindleder (lackirtes)	0,584	184,9			
18	Ziegenleder (Glacé)	0,567	169,0	» (getragen)	0,455	222,50
19	Ziegenleder (schwarz. Chevreaux)	0,543	148,6			
20	Ziegenleder (unechtes Chagrin)	0,541	172,7	Leinen (Futter)	0,430	249,19
21	Rindleder (russisch Juchten)	0,540	161,2	Waffenrock (getragen)	0,381	168,15
22	Ziegenleder (unechtes Chagrin)	0,532	161,4	Tuchhosen (neu)	0,365	175,84
23	Ziegenleder (braunes Chevreaux)	0,466	159,4	Schwarz. Mantel (getr.)	0,329	152,84
24	Schafleder (Futterled.	0,461	134,1	Tuchhose getragen)	0,327	158,40
25	Kalbleder (deutsches Juchten	0,455	130,5	Schwarz. Mantel (neu)	0,322	175,80
26	Schafleder (Futterled.)	0,320	129,1	Waffenrock (neu)	0,315	173,37
27	Hirschleder (Reitleder)	0,259	121,3	Leinenunterhose	0,310	192,33
28	Lammleder (Fensterleder)	0,206	136,2	Grauer Mantel	0,265	150,97

Betrachten wir weiterhin in Tabelle III die spec. Gewichte und das Leitungsvermögen des Leders, so finden wir, dass im grossen und ganzen mit der Abnahme des spec. Gewichtes auch eine Abnahme des Wärmeleitungsvermögens einhergeht; wir finden also auch hier das von Rubner ausgesprochene Gesetz: »Das Wärmeleitungsvermögen ist eine Function des spec. Gewichts unserer Kleidungsstoffe« zu Recht bestehen.

In einzelnen Fällen beobachtet man jedoch gewisse Abweichungen und die Erklärung derselben müssen wir in der Ungleichartigkeit der Struktur (Faserordnung u. s. w.), sowie auch in Verschiedenheiten der chemischen Zusammensetzung unseres Materials suchen.

Von den Umständen, welche im täglichen Leben am häufigsten eine Aenderung im Wärmeleitungsvermögen des Leders herbeiführen dürften, kommt in erster Linie das Eindringen von Wasser in Betracht. Aus diesem Grunde prüfte ich auch das Wärmeleitungsvermögen des nassen Leders. Zu diesem Zweck verwendete ich die Lederprobe Nr. 7 (Kalbleder), da diese rasch ziemlich grosse Mengen von Wasser aufnahm. Zuerst tauchte ich ein in den Calorimeter eingepasstes Stück des Leders in Wasser ein, wartete 25 Minuten zu, brachte das Leder dann auf ein Handtuch, presste und trocknete ab, wie schon oben beschrieben, und untersuchte sofort das Leitungsvermögen. In diesem Falle enthielt das Leder 29,65 % seines Gewichts an Wasser. Wir ersehen aus der Tabelle V, dass das Wärmeleitungsvermögen bei Durchtränkung mit Wasser erheblich zunimmt; ist die Leitungsconstante des trockenen Leders = 0,0001028, so steigt dieselbe bei Aufnahme von 29,65 % Wasser auf 0,0001612 an. Bei Zunahme um 42,02 % Wasser, wie dies bei demselben Leder der Fall ist, wenn es 24 Stunden in Wasser eingelegt war, steigt die Leitungsconstante bis auf 0,0002013 an, hat sich also nahezu verdoppelt. Um zu vergleichen, wie hoch die Leitungsfähigkeit des Leders bei Durchtränkung mit Oel ansteigt, untersuchte ich dieselbe Ledersorte nachdem sie mit Oleum Oliv. getränkt worden war. Das Oelen wurde ganz in derselben Weise vorgenommen, wie dies für die Durchnässung bereits beschrieben wurde.

Tabelle V.

Füllung	Gramm	$\beta \log e$	k	Relative Zahl zu Luft	Relative Zahl zu Luft für 6 g	Absolut. Leitungsvermög. f. 6 g u. Luft = 0,0000532	Natürliches spec. Gewicht	Die Leitung ist zu berechn. auf eine Füllung v. Gramm	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gewicht	Absol. Leitungsvermögen bei natürl. spec. Gewicht und Luft = 0,0000532
Kalbleder Nr. 7 (lufttrockenes)	10,921	0,000 855	0,0000 917	153,6	129,4	0,0000 688	0,827[4])	19,02	193,2	0,0001 028
Dasselbe Kalbleder (nass)	11,840[1])	0,001 083[1])	0,0001 196	200,3	150,8	0,0000 802	1,043[5])	23,98	303,0	0,0001 612
Dasselbe Kalbleder (nass)	12,970[2])	0,001 269	0,0001 412	236,5	163,1	0,0000 868	1,143[6])	26,48	378,4	0,0002 013
Dasselbe Kalbleder (geölt mit Ol. oliv. provinc.)	12,675[3])	0,000 996	0,0001 077	180,4	138,1	0,0000 735	1,020[7])	23,46	248,9	0,0001 324

1) In diesem: Lufttrockenes Leder = 9,1320 g.
Wasser = 2,7080 „ (29,65 %).

2) 24 Stunden im Wasser.
Lufttrockenes Leder = 9,1320 „
Wasser = 3,8380 „ (42,02 %)

3) In diesem: Lufttrockenes Leder = 9,9120 g
Oel = 2,7600 „ (27,83 %).

4) Dicke = 1,43 mm. — 5) Dicke = 1,47 mm. — 6) Dicke = 1,47 mm. — 7) Dicke = 1,43 mm.

Man ersieht aus der Tabelle V, dass auch das Oelen die Wärmeleitungsfähigkeit des Leders erhöht, aber, vergleichsweise, in geringerem Grade. Wir dürfen überdies nicht vergessen, dass die Oberfläche des durchnässten Leders erheblich mehr abdünstet, und dass dies unter Umständen den Wärmeverlust noch erheblich vergrössern kann.

Was die Resultate der chemischen Untersuchung des Leders betrifft, so finden sich dieselben in den nachfolgenden Tabellen VI bis X zusammengestellt.

Tabelle VI.

Rindleder.

Nr. d. Leders	Spec. Gewicht	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gew.	Wasser in %	In % auf trockene Substanz				
				Asche		Stickstoff		Petrol-äther Extract
				Gesammtasche	unlösliche in verdünnt. HCl	nach Kjeldahl	nach Jodlbauer	
1	0,918	310,9	9,49	0,51	0,14	7,50	—	35,54
4	0,886	251,6	8,73	2,93	2,11	8,19	—	37,63
9[1]	0,762	204,8	10,90	3,90	1,04	6,35	6,49	20,59
11	0,730	244,0	9,83	1,01	0,07	8,14	—	13,00
13[1]	0,692	204,7	11,30	2,44	0,62	—	7,59	18,14
16	0,593	215,4	9,21	0,70	0,20	8,43	8,87	16,60
17	0,584	184,9	8,03	2,74	0,21	6,72	6,28	15,50
21	0,540	161,2	15,27	0,52	0,11	9,44	—	12,01

Tabelle VII.

Kalbleder.

Nr. d. Leders	Spec. Gewicht	Relat. Zahl zu Luft bei natürl spec. Gew.	Wasser in %	In % auf trockene Substanz				
				Asche		Stickstoff		Petrol-äther Extract
				Gesammtasche	unlösliche in HCl	nach Kjeldahl	nach Jodlbauer	
2	0,916	215,5	9,65	1,71	0,29	5,31	—	40,52
3	0,896	258,0	10,34	1,21	0,28	6,49	—	43,93
7	0,827	193,2	8,02	0,77	0,03	6,47	6,10	25,60
8	0,800	158,2	5,90	2,32	0,71	5,62	—	8,82
10	0,747	207,0	10,34	0,58	0,70	7,45	—	22,36
12	0,705	194,0	10,05	23,36	18,19	6,79	—	12,69
14	0,683	154,2	7,03	1,41	0,18	6,85	—	30,85
25	0,455	130,5	12,42	2,65	1,38	9,78	—	5,39

1) Getragenes Leder.

Tabelle VIII.

Rossleder.

Nr. d. Leders	Spec. Gewicht	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gew.	Wasser in %	In % auf trockene Substanz				
				Asche		Stickstoff		Petrol.-äther-Extract
				Gesammtasche	unlösliche in HCl	nach Kjeldahl	nach Jodlbauer	
5	0,884	240,6	5,63	0,61	0,11	4,59	—	46,28
6	0,879	206,1	10,08	0,61	0,11	8,03	8,29	12,09

Tabelle XI.

Ziegenleder.

Nr. d. Leders	Spec. Gewicht	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gew.	Wasser in %	In % auf trockene Substanz				
				Asche		Stickstoff		Petrol.-äther-Extract
				Gesammtasche	unlösliche in HCl	nach Kjeldahl	nach Jodlbauer	
18	0,567	169,0	11,71	1,99	0,23	7,03	—	13,95
19	0,543	148,6	13,82	6,67	5,72	13,09	—	8,23
20	0,541	172,7	9,90	0,91	0,07	9,31	—	9,54
22	0,532	161,4	11,53	0,50	0,11	8,21	—	11,45
23	0,466	159,4	15,06	7,18	6,13	—	11,94	11,41

Tabelle X.

Schafleder.

Nr. d. Leders	Spec. Gewicht	Relat. Zahl zu Luft bei natürl. spec. Gew.	Wasser in %	In % auf trockene Substanz				
				Asche		Stickstoff		Petrol.-äther-Extract
				Gesammt-Asche	unlösliche in HCl	nach Kjeldahl	nach Jodlbauer	
15	0,668	146,5	16,50	0,65	—	7,49	—	26,74
24	0,461	134,1	14,86	1,33	—	9,32	—	4,91
26	0,320	129,1	15,55	18,03	1,20	10,21	10,65	21,02
27	0,259	121,3	12,07	5,74	0,11	13,91	—	2,28
28	0,206	136,2	14,07	9,67	0,25	14,19	—	1,21

Die Betrachtung der Tabellen ergibt, dass die Lederproben mit hohem spec. Gewicht, wie Rind-, Ross- und Kalbleder reicher an Fett (Petroleumätherextract) sind, während die Mengen

des Stickstoffes, des Wassers und der unorganischen Bestandtheile im Grossen und Ganzen die umgekehrte Anordnung zeigen. Man kann auch ersehen, dass der Aschegehalt in Abhängigkeit von der Bearbeitungsart der verschiedenen Sorten erheblich schwankt. Doch zeigen die Lederproben Nr. 12 und 26 zu hohe Aschemengen, und es ist wohl in diesen Fällen überhaupt die Qualität des Materials zu verdächtigen. Heizerling[1] wenigstens sagt: »Wird der Aschegehalt sehr hoch befunden (7—10%), so ist die Möglichkeit, dass das Leder mit unorganischen Substanzen beschwert worden ist, nicht ausgeschlossen.

Auf die Beziehung des Fettgehaltes zu der Wasseraufnahmefähigkeit des Leders, sowie auf die Abhängigkeit dieser Eigenschaft von jenen Bearbeitungsmethoden, welche den Aschegehalt des Leders erhöhen, ist schon früher eingegangen worden. Es besteht zweifellos noch mancher Zusammenhang, speciell zwischen dem Wärmeleitungsvermögen des Leders und dem verschiedenen Gehalt desselben in dieser oder jener organischen oder anorganischen Substanz, doch wäre es verfrüht, in eine nähere Betrachtung dieser Fragen auf Grund des bis jetzt vorhandenen experimentellen Materials einzutreten.

Endlich wollen wir noch über die chemische Untersuchung zweier gleicher Lederproben (Kalblackleder), von denen die eine neu, die andere aber getragen war (sie hatte in diesem Fall als Futterleder gedient), berichten. Die nachfolgende Tabelle bringt die Ergebnisse der chemischen Analyse.

Tabelle XI.

Neues und getragenes lackirtes Kalbleder.

Bezeichnung	Wasser in %	In % auf trockene Substanz						
		Asche		Stickstoff		Petroläther Extract	Cl-Gehalt
		Gesammtasche	unlösliche in verd. Salzsäure	nach Kjeldahl	nach Jodbauer		
Kalblackleder (neu)	5,90	2,32	0,71	5,62	—	8,82	0,04
Kalblackled. (getragen)	9,50	3,30	0,77	6,00	5,77	14,77	1,43

1) Post, a. a. O. S. 625.

Das getragene Leder ist verhältnismässig reicher an Wasser, Asche und insbesondere an Fett und Chlor, was nicht Wunder nehmen wird, da es durch den Gebrauch als verschmutzt anzusehen ist.

Ein ähnlicher Schluss ergibt sich aus der Betrachtung von Nr. 9 und 13 (getragenes Rindsleder) einerseits, und von Nr. 11 und 16 (ähnliches neues Rindsleder) anderseits. (S. Tab. VI).

Da es nicht ganz ausgeschlossen ist, dass das alte Leder als Producte der Zersetzung organischer eiweisshaltiger Substanzen (Hautsecrete) Nitrate und Nitrite enthält, so nahmen wir in diesen Proben, sowie in einigen anderen neben der üblichen Methode der Stickstoffbestimmung nach Kjehldahl auch die Stickstoffbestimmung mit der Modifikation von Jodlbauer vor. Es hat sich indessen aus diesen gleichzeitig nach Jodlbauer ausgeführten Bestimmungen des Stickstoffgehaltes kein sicherer Anhaltspunkt für die Anwesenheit von Nitraten oder Nitriten gewinnen lassen.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich kurz in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Das Wärmeleitungsvermögen des Leders hängt von seinem spec. Gewicht ab.
2. Das Leder leitet die Wärme überhaupt schlecht und steht nach seinem Leitungsvermögen (bei gleichem spec. Gewicht) in einer Reihe mit wollenen Geweben.
3. Die Durchnässung erhöht das Wärmeleitungsvermögen des Leders erheblich.
4. Die Einfettung (Oelung) erhöht das Wärmeleitungsvermögen des Leders erheblich weniger als die Durchnässung.
5. Der Gehalt des Leders an Fetten vermindert und verzögert die Durchtränkung mit Wasser; dasselbe Resultat ist auch auf anderen Wegen erreichbar (mineralgares Leder).
6. Seiner Struktur nach steht das Leder als Gewebe den Tuchgeweben am nächsten.

7. Im chemischen Sinn ist das Leder keine einheitli Verbindung, sondern eine eigenthümliche Combinat vieler Stoffe anorganischer und organischer Natur.
8. Nach ihrem spec. Gewicht und nach dem Gehalt Wasser, Fett, Stickstoff und mineralischen Bestandthei differiren die verschiedenen Ledersorten sehr bedeute untereinander.
9. Die Ledersorten mit geringem spec. Gewicht sind allgemeinen reicher an Wasser, Stickstoff und Asc bestandtheilen, während bei den Sorten mit hoh spec. Gewicht der Fettgehalt überwiegt.

Hygienische Studien über Kupfer.

VI. Die Wirkung des Kupfers auf den Menschen.

Von

Prof. Dr. **K. B. Lehmann.**

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

I. Einleitung.

Die Literatur über die Toxikologie des Kupfers ist sehr gross und eben so reich an Thierversuchen, an klinischen und forensischen Beobachtungen wie an kritischen und unkritischen Versuchen die Ergebnisse objectiver Forschung mit Volksmeinung, Ammenmährchen und alteingewurzelten Vorurtheilen zur Uebereinstimmung zu bringen. Seit einem Jahrhundert taucht immer wieder die Frage auf, in welchem Maasse das Kupfer schädlich sei, und bis vor Kurzem standen sich Kupfergegner und Kupfervertheidiger fast unvermittelt einander gegenüber. Ein lehrreiches Bild des Kampfes und der Waffen, mit denen gekämpft wurde, gibt die Lektüre der heftigen Debatten in der belgischen Akademie 1886 zu Gent[1]), wo Du Moulin, der sich seit 1858 mit der Kupferfrage beschäftigte, von einer kleinen Anzahl von Anhängern (Desguin, Deneffe, Hugues) unterstützt, die Ungiftigkeit des Kupfers gegen eine Reihe theils objectiver, theils sehr voreingenommener Gegner (Depaire, Belval, Kupfersläger, Vleminckx) vertheidigte. Der Kampf endigte ohne den Sieg der einen oder anderen Partei und man braucht nur

1) La Toxikologie du Cuivre. Recueil des discours prononcés devant l'Académie royale de médecine de Belgique, publié par N. du Moulin, Professeur de thérapeutique et de clinique médicale à l'Université de Gand. Bruxelles 1886. — Im Folgenden von mir als A. de B. citirt.

neue und neueste hygienische Werke in den verschiedensten Sprachen aufzuschlagen, um zu sehen, wie widersprechende Ansichten sich heute noch vertreten finden.

Die im Folgenden ausführlich zu begründenden Ansichten habe ich im August 1891 auf dem VII. internationalen Congress für Hygiene in London und im August 1892 auf der XI. Versammlung bayerischer Chemiker in Regensburg ausgesprochen und die Genugthuung gehabt, dass die kurzen Mittheilungen über diese Vorträge bereits in der Literatur ziemlich allgemein Eingang gefunden haben — namentlich habe ich auch mit Vergnügen constatirt, dass sich Tschirch in seiner verdienstvollen Monographie im wesentlichen auf meinen Standpunkt gestellt hat — wenn auch in Bezug auf die chronische Kupfervergiftung eine verschiedene Auffassung besteht, auf die ich später zurückkomme.

Bei der ausserordentlichen Ausdehnung der Kupferliteratur glaube ich eine historische Darstellung des Streites über die Giftigkeit des Kupfers, den ich ursprünglich beabsichtigt, um Raum zu sparen, weglassen zu sollen, in den A. de B., bei Tschirch und verschiedenen anderen, namentlich französischen Arbeiten (z. B. Dissertation von Rey) findet sich hierüber sehr viel — ohne dass dies die Sache sehr förderte.

Wenn wir einen sicheren Maassstab dafür gewinnen wollen, ob die Kupfermengen, wie sie in unseren Speisen und Getränken gelegentlich vorkommen können, und die wir im vorigen Kapitel auf ca. 120—300 mg fixirt haben, den Menschen schädigen können, so gibt es nur ein Mittel:

A. Zusammenstellung aller wenigstens einigermaassen gut beobachteter Fälle von absichtlichen oder unabsichtlichen Vergiftungen des Menschen durch bekannte Mengen von Kupferpräparaten.

B. Sammlung der Erfahrungen, die am Krankenbett mit Kupferdosen, die zu Heilzwecken gegeben wurden, gemacht sind.

C. Sammlung und Vermehrung der Experimente am gesunden Menschen über die Kupferwirkung.

1) Dieses Archiv, Bd. XXV, S. 82.

Alle diese Erfahrungen sind getrennt zu sammeln für einmalige und wiederholte Kupfereinverleibung, resp. acute und chronische Vergiftung.

2. Zusammenstellung aller genauer beobachteten Fälle von acuter Vergiftung von Menschen mit bekannten Kupfermengen.

Man sollte meinen, ein fleissiges Literaturstudium müsse eine stattliche Reihe von Fällen auffinden lassen, wie sie die Ueberschrift verlangt.

Behaupteten doch z. B. Tardieu und Roussin[1]), dass die Kupfervergiftung in der Giftmordstatistik Frankreichs der dritte Platz gebühre, gleich hinter Arsen und Phosphor. Von 1851 bis 1872 sollen 150 Fälle unter insgesammt 793 Vergiftungen vorgekommen sein. Ausserdem verursache es sehr zahlreiche ökonomische Vergiftungen und schädige endlich die Arbeiter vieler Betriebe.

Dem ist aber nicht so. Die Behauptung von Tardieu und Roussin ist meines Wissens nie durch Beibringung des Urmaterials zu beweisen versucht und offenbar theilweise auf absolut zweifelhafte, leichte und nur versuchte Vergiftungen gestützt worden. Es zeigt sich, dass die spärlichen, besser beobachteten Fälle von einem Autor dem andern abgeschrieben worden sind. Namentlich aus neuer Zeit ist die Ausbeute an schweren Fällen eine geradezu klägliche[2]). — Vergiftungen mit den abscheulich schmeckenden Kupferpräparaten zu Selbstmordzwecken sind offenbar heute selten, zu Mordzwecken kommen sie kaum mehr vor; ich habe im ganzen 28 Fälle zusammengebracht, von denen 12 tödtlich verliefen. Ist diese Zahl aber auch bescheiden, so ist es doch unverständlich wie Toussaint 1857 behaupten konnte, keinen Fall von tödtlicher Kupfervergiftung am Menschen zu kennen. Auch Du Moulin (a. a. O.) gab nur 2 tödtliche Vergiftungen zu, den Fall Andral's und Maschka's zweiten Fall. Beim ersten Fall hält er es jedoch für möglich, dass es sich überhaupt nicht um Kupfer

1) Tardieu et Roussin. Étude médico-legale et clinique sur l'empoisonnement, p. 617, 1875.

2) Aehnlich skeptisch in der Frage der tödtlichen Kupfervergiftung verhielt sich Galippe, dem Bergeron entgegentrat.

gehandelt habe, beim zweiten bemängelt er die Apomorphintherapie, von der er einen Todesfall bei einfacher Indigestion sah. Ausserdem anerkennt er 6 Vergiftungsfälle.

Nr.	Person u. Datum	Verzehrtes Kupfersalz	Verzehrt. Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
1	Kind eines Malers, 1787.	Auflösung v. Grünspan, Quantum unbekannt.	?	Unvorsichtigkeit	Starb. (Nichts weiteres bekannt.)
2	Mädchen, 24 Jahre, 26. Febr. 1792.	4 Loth Grünspan = 72 g	24 g	Selbstmord	Sehr heftige Kolikschmerzen.
2a	Drouard, ca. 22 J., 1802.	4 g Unguentum aegyptiacum (aus Grünspan, Honig und Essig).	—	Unvorsichtigkeit	Nach üppigem Frühstück, wohl in der Trunkenheit. Nach einer Viertelstunde kupfriges Aufstossen und beständiges Räuspern, trank darauf viel Oel und Milch. Nach 2—3 Std. heftiger Kopfschmerz, Durst, starkes Leibweh, reichliche Kothentleerung. Es steht nichts da von Erbrechen.
3	Kanonier der Marine, 5 Ventose XII.	48 g Kupferacetat in 128 g Wasser.	16 g	Selbstmord	Sofort heftige Leibschmerzen, furchtbare Aufregung, Delirien, Schwäche und Convulsionen. Stamm und Glieder steif, Kiefer geschlossen. Wunderbarer Erfolg von Zuckerwasser, das alsbald Erbrechen hervorrief. Nach 1 Std. deutliche, nach 3 Std. höchst auffallende Besserung: nur noch brennender Durst, Schluckbeschwerden, etwas Kolik.
4	N. 44 Jahre, Goldarbeiter, 1812.	16 g Grünspan in etwas Wasser.	8 g	Selbstmord	Hatte 2 Tage lang vorher nur eine Sauerampfersuppe gegessen. ¼ Std. nach dem Einnehmen heftigste Kolikschmerzen, reichliches Erbrechen und Durchfälle. Schon nach 16 Std. begann Icterus, dabei heftiger Durst, kupferiges Aufstossen, kleiner Puls

Die folgenden Tabellen stellen das — wo immer möglich unter Vergleichung der Originalpublikationsstelle — gesammelte Material zusammen.

Spätere Symptome	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
—	—	Keine Untersuchung, ob Schweinfurter Grün.	Magenschleimhaut sehr geschwollen, Pylorus durch Schwellung verengert. Dünndarm sehr entzündet, stellenweise brandig u. selbst perforirt, Mastdarm ähnlich.	Orfila, Toxikologie, Deutsche Ausgabe von Krupp, 1854, S. 512. Original: Portal; Observations sur les effets des vap. méphit. chez l'homme, Paris 1787, p. 436.
Später Convulsionen allmählig Lähmung.	Tod nach 60 Std.	—	Haut icterisch. Magen, besonders die Pylorusportion, grün, sehr entzündet, an einigen Stellen brandig, an einer Stelle des Ausgangs thalergross knorpelig zusammengezog., Gedärme hie und da entzündet und brandig bis zum Mastdarm, »Leber am oberen scharfen Rande etwas entzündet«, Lungen nach oben und hinten entzündet.	Pyl. Sammlung von Aufsätzen aus der Staatsarzneikunde, VIII. Sammlung, S. 89. Nach Wibmer: Wirkung der Arzneimittel, Bd. I, S. 245.
Nach 8 Tagen Beginn der Reconvalescenz.	Genesung. Furchtbarer Ekel vor Kupfer s. Leben lang.	—	—	Drouard, Dissertat., Paris 1802. Experiences et Observat. sur l'Empoisonnement par l'oxyde de cuivre. Galippe, Dissert., S. 49, Wibmer, II., S. 237.
Am 2. Tag etwas Fieber, Puls hart gespannt, Obstipation. Am 4. Tag allgemeine Besserung, reichlich Harn u. Stuhl. Rasche Reconvalescenz.	Genesung.	—	—	Marcelin Duval, »sur l'emploi du cuivre dans l'empoisonnement par les sels de cuivre«, 1806. Nach Dissert. Galippe u. Wibmer II, S. 245. Auch bei Orfila, Toxik., S. 547.
Am 3. Tag hörte das Erbrechen auf. Heftige Gelbsucht 16 Std. Leib etw. empfindl., 4 graue Stühle, leichte Taubheit. Am 5. Tag Besserung. Nach 4 Wochen Icterus verschwunden. Volle Reconvalescenz.	Heilung.	—	—	Beobachtung von Dr. Piquet de la Houssiette, 23. Juni 1812, nach Galippe, Dissert., S. 46; auch b. Wibmer, II., 246.

Nr.	Person u. Datum	Verzehrtes Kochsalz	Verzehrt. Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
5	Mann, ca. 1820 bis 1830.	0,6 g Kupfersulfat in 162 ccm Wasser.	0,15 g.	Selbstmord.	Sogleich heftiger Magenschmerz, dann Ohnmacht. Durch Trinken von viel Milch und Eiweiss Erbrechen künstlich erregt. Nacht ruhig von etwas Kolik abgesehen. Nach 24 Stunden war Patient hergestellt.
6	Soldat, 29 Jahre, 1821.	Verschluckt 1 Stück Farbe, das eine starke Dosis Grünspan enthielt.	?	Selbstmord.	Schlief nach Einnahme des Giftes ein, erwachte bald durch furchtbare Leibschmerzen. Nackenmuskeln steif, Trismus; mit Gewalt konnte Eibischabkochung eingeflösst werden. Kam nach 2 Std. wieder zum Bewusstsein. Bericht enthält nichts von Erbrechen.
7	Färber.	30 g Kupfersulfat in wässeriger Lösung.	7,25 g.	Selbstmord.	Trotz heftigen Erbrechens und Kolikschmerzen zu Fuss ins Spital. Behandlung mit Magnesiumcarbonat. Keine weiteren Symptome mitgetheilt.
8	Mann, 4. Febr. 1843.	Enorme Quantität Kupferacetat in 1 Flasche Wein, wohl über 10 g?	Wohl über 3,3 g.	Selbstmord.	In 2 Std. bildeten sich aus: Erbrechen, Diarrhöe, heftige Kolikschmerzen, Meteorismus, kleiner Puls, kalter Schweiss, Kopfweh, Störung der intellectuellen Fähigkeiten. Behandlung mit Protosulfure. de fer hydraté und Eiweisswasser.
9	Marguerite Bréband, 1845.	Kupfersulfat ca. 2 Esslöffel in Lösung.	—	Mord.	Nahm schon krank aus der Hand des Gatten das Gift. Schmerzen (wo?), einmaliges Erbrechen, aber viel Würgen.
10	Frau, 36 Jahre, klein, mager, tuberculös, 3. Septbr. 1846.	20 g Kupfersulfat in 1 Glas Wasser, nicht ganz gelöst.	ca. 5 g.	Selbstmord.	Heftige Schmerzen im Schlund und Nasenrachenraum, bald heftiges Erbrechen, das mechanisch befördert wurde, kalter Schweiss, Schwächeanfälle, dünne Stühle. Behandlung mit Milch und sehr reichlich Eiweiss. — Nachts reichliche Stühle, Schweiss, kalte Füsse; Schlaf unruhig.

Spätere Symptome	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
—	Genesung.	—	—	Journ. de chim. méd., III., 659, nach Wibmer, II., S. 258.
Patient nach einigen Tagen wieder hergestellt durch Trinken grosser Mengen schleimigen Getränkes.	Genesung.	Gar keine Untersuchung.	—	Reveillé Parise: Gazette de santé, 1820, 5. Juli, nach Orfila, Toxikologie, Deutsche Ausg. von Krupp, 1854, S. 512.
—	† nach 10 Std.	Kein Wort gesagt, ob in dem genommenen Fluidum od. im Erbrochenen u. Mageninhalt irgend jemand nach Kupfer suchte. Du Moulin sagt, es konnte sich gerade so gut um das Trinken einer Indigolösung gehandelt haben.	Oesophagus livid. Magen blau gefärbt. Die blaue Farbe lässt sich beim Waschen nicht entfernen. Unterliegende Schleimhaut dunkelroth. Ganzer Intestinaltractus heftig entzündet.	Bull. de thérap., t. XII., p. 359, 1837, nach Galippe, S. 78. Siehe auch Gautier: Le cuivre et le plomb, p. 3.
Am 3. Tag hörte das Erbrechen auf, Stühle selten, Leib etwas empfindlich. Vom 4. Tage an entschied. Besserung.	Erholt sich.	—	—	Barbet-Lartigue, Bulletin de Thérapeutique, t. 26, p. 389, n. Galippe, Dissert., S. 50.
—	† nach 5 Tagen.	Kupfer im Erbrochenen.	Im Körper kein Kupfer zu finden.	Dissert. Rey, 1879, nach Cour d'assisses de l'Aisne, 18 févr. 1845.
Am 2. Tag: Blässe, Sehnenhüpfen, brennende Schmerzen im Leib, Kopfweh, Puls klein, 8—9 mal per Minute (?!), Respiration 50. Abends heftige Aufregung. Puls 104, kein Harn seit 12 Std. Erbrechen u. Diarrhöe hat aufgehört. Vom 3. Tag ab Besserung. Wiederkehr der Harnsecretion etc.	Am 5. Tag Aufstehen, 7. Tag Heilung.	—	—	Bouisson, Journal de connaiss. méd. et chirurg., Jan. 1847. Siehe auch Galippe, Dissertat., S. 76. Siehe auch: Gautier, Le cuivre et le plomb, p. 7—9. Original verglichen, gut beobacht. Fall.

Nr.	Person u. Datum	Verzehrtes Kupfersalz	Verzehrt. Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
11	Soldat, 26 Jahre, 1851.	3 Loth = 48 g bas. Kupferacetat, resp. käufl. Grünspan.	16 g Kupfer.	Selbstmord.	Nüchtern um 1 Uhr Mittags mit etwas Brot und Wasser zu Selbstmord. Nach ½ Std. Erbrechen, ¾ Std. später nochmals. Dann heftige Schmerzen in der Stirngegend und Augen, reissende Magenschmerzen. Geht abends unter mehrmaligem Erbrechen zu Fuss in das Spital. Dort erhielt er Zuckerwasser und Eiweiss, erbrach reichlich mit dickem Salz von Grünspan.
12	Apotheker.	Sehr starke Gabe Cuprum aceticum, dazu 1 Unze dest. Pfefferminz Oel.	? mindest. wohl 1—2 g	Selbstmord.	Patient kam bewusstlos mit weiter Pupille und röchelndem Athem in's Spital. Haut warm, Puls langsam, Schaum vor dem Mund
14	Frau Guého, 1868.	Ziemlich viel Kupfersulfat in Suppe nur einige Löffel davon gegessen, da Geschmack abscheulich.	Höchst. wohl 0,25 g	Mord.	Mehrtägiges Erbrechen und Leibschmerzen.
16	F. H. 16 Jahre, 1870.	Kupfersulfat grössere Menge, da das Erbrochene blau gefärbt und mit Kupfersulfatstückchen gemischt war.	—	Selbstmord.	Bald nach dem Einnehmen des Kupfervitriols zeigten sich Kupfergeschmack, bleiche Farbung der Lippen und bläuliche Färbung derselben am inneren Rande und im Mundwinkel, blaue Färbung und Kälte der Zunge, Kälte und Cyanose der Extremitäten, Durst, Hinfälligkeit, Beschleunigung und Kleinheit des Pulses, zusammenschnürendes Gefühl im Schlunde, Schmerzen im Epigastrium, das bei Druck empfindlich war, sowie grünlich-gelbe Stuhlentleerung. Unruhe, sehr heftige Kopfschmerzen. Am 1. Tage wurde wenig Harn normaler Beschaffenheit entleert.
17	Lacruche, 60 Jahre, kräftig.	Wein mit 3 g Kupferacetat im Liter.	ca. 1 g	Mord oder Selbstmord.	Sehr bald nach dem Trinken von 1 l Wein heftiges Erbrechen und Diarrhoe.

Spätere Symptome	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
Schon am folgenden Tag Kopfweh weg, Magenschmerzen besser, kein weiteres Erbrechen. Obstipation. Am 3. Tag fast wohl, am 5. entlassen.	Genesung nach 5 Tagen.	—	Der nach 20 Std. gelassene (zweite) Harn, sowie der Speichel kupferfrei. Im ersten Koth nur Spuren von Kupfer.	Reinhardt in Henke's Zeitschrift für Staatsarzneikunde, Bd. LXVIII, S. 6. 1854.
Behandlung mit stark Aderlass, Magenpumpe, Abführmitteln.	In einigen Tagen hergestellt.	—	—	Raleigh. Kleinert's Report. der ges. med.-chirurg. Journalistik, Jahrg. VII, Heft 9, S. 141. (Citirt nach Reinhardt, S. 240.)
—	Genesung.	In der Suppe $CuSO_4$ reichlich nachgewies.	—	Dissertation Rey, Gazette des tribuneaux, 18 juin 1868, Cour d'assisses du Morbihan.
Am 2. Tag enthielt der Urin Eiweiss und Blut. Auch im Stuhl Blutstreifen.	Der Tod erfolgte erst am 12. Tage in Apathie, nachdem schliesslich noch Icterus, Leberver-grösserung, Tenesmus und blutige Stühle eingetreten waren.	—	Schwellung und Verdickung der Magenschleimhaut, die mit zähem Schleim bedeckt war, bräunliche Färbung längs der grossen Curvatur und kreuzergrosse Verschorfung im fundus ventriculi; Leber von gewöhnl. Grösse, die Substanz braungelblich, weich, fetthaltig, mässig blutreich; die Gallenblase enthielt einige Tropfen dunkler, zäher Galle. Die Nieren waren geschwellt, die Pyramiden comprimirt, die Nierensubstanz von gelblicher Färbung.	Maschka, Wiener med. Wochenschr., 1871, S. 627.
—	Nach einigen Tagen starken Unwohlseins erholt.	Im Wein Kupfer quantitativ bestimmt.	—	Dissertation Rey nach Dr. Fredet, 4. Novbr. 1871.

Nr.	Person u. Datum	Verzehrtes Kupfersalz	Verzehrt. Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
19 20	Zwei Frauen von Moreau: 1 Felicité Hortense Aubry, 33 Jahre, 2. Lagneau, 31 J. sehr kräft.	Ganz unbekannt.	—	Mord. Mord.	Bei beiden Frauen hatten sich sehr ähnliche Symptome gezeigt, beide waren einige Zeit (die erste 3 Wochen, die zweite 14 Tage) vor ihrem Tode unter heftigem, unstillbarem Erbrechen erkrankt; dabei Magenschmerzen, Schwäche, Gliederschmerzen, Sehstörungen, aber keine Diarrhöen, keine Anurie. Im zweiten Falle kamen dazu Symptome, die als Angina diphtheritica von den Aerzten gedeutet wurden: Schwellung der Tonsillen, Andeutung v. Rachenbelag, Halsschmerzen, Fieber.
21	Mann.	Mässige Menge, weniger als 1 g Kupfersulfat.	Weniger als 0,25 g	Mordversuch.	Ein Mann, den seine Frau vergiften will, isst einige Löffel einer kupfersulfathaltigen Suppe von abscheulichem Geschmack, sehr verdächtigem Aussehen. Es folgt Erbrechen und heftige Diarrhöe.
22	Bressy, 1872.	Ein Schluck starke Kupfersulfatlösung.	0,05 bis 0,06 g	Mordversuch.	Der erste Schluck schmeckte so brennend, dass kein zweiter getrunken wurde. Trank sofort Milch in Menge. Erbrach mehrmals.

Nr.	Person u. Datum	Verzehrtes Kupfersalz	Verzehrt Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
23	Mann, 23 Jahre, 1877.	Unbekannte Menge in Branntwein.	—	Nachlässigkeit.	Alle Symptome einer Kupfervergiftung
24	Frau L., kräftig, 50 Jahre.	Wasserglas voll gesättigter $CuSO_4$-Lösung, also wohl mindestens 30 g 2 Stunden nach dem Abendessen.	Mindestens 7,5 g.	Selbstmord.	2 Std. nach dem Einnehmen heftiges Erbrechen, das die ganze Nacht fortdauert, es wird etwa 1 Liter erbrochen.

Spätere Symptom.	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
—	—	Es wurde keine Untersuchung von Speisen, Medicamenten oder Erbrochenem auf Kupfer gemacht. Der Gatte beseitigte alles.	Sectionen der exhumirten auffallend gut erhaltenen Körper (nach 6 Wochen resp. 11 Monaten) ergaben anatomisch keine Veränderungen. Im ersten Fall in 472 g (¼ der Leber) enthalten 30,4 mg Kupfer; im zweiten Fall in 516 g (¼ der Leber enthalten 21,5 mg.[1])	Dissert. Galippe, Paris 1875, S. 134 (sehr ausführlich). Die Untersuchungsresultate nach dem Original von Bergeron und l'Hôte Journal de Chimie médicale, 1874, p. 503.
—	Wie es scheint, alsbald Genesung.	Aus der Suppe werden leicht 4 g Kupfersulfat dargestellt.	—	Tardieu, Lorain et Roussin, Dissert. Galippe, p. 79.
—	Wohl am folgenden Tag.	In d. Flasche waren 19,75 g Kupfersulf., nicht angegeben worin, (wohl in Wein) gelöst.	—	Gazette des tribuneaux, 7 Juillet 1872. Cour d'assises du Loiret nach Galippe, Dissert., S. 81.

Spätere Symptome	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
?	Offenbar Genesung.	In 1 Liter waren 1,164 g Kupferacetat.	—	Decaisne, Gazette hebd. de méd. 1877, S. 269.
Am 2. Tag. Rachen geröthet, Magen klein, schmerzhaft, Leber stark vergrössert, heftiger Durst, leichter Icterus. Am 4. Tag noch immer galliges Erbrechen, Icterus sehr deutlich, Leber schmerzhaft vergrössert. Am 8. Tag: die Erscheinungen bestehen fort. Am 10. Tag: das Erbrechen, das aufgehört hatte, hat von neuem begonnen. Leichte alkoholische Delirien. Nach 14 Tagen grosse Schwäche, Abmagerung, Erysipel.	Nach 3 Wochen Besserung, nach 4 Wochen geheilt.	—	—	Dissertation Rey, Originalbeobacht. der Klinik Peter, Mai 1877. Mit einigen unwesentlich. Abweichungen als Originalbeobacht. bei Lucien Martin, Dissert., Paris 1878.

1) In sehr störender Weise ist in diesem Bericht mehrmals Centigramm und Milligramm verwechselt.

Nr.	Datum u. Person	Verzehrtes Kupfersalz	Verzehrt Kupfer	Ursache	Symptome des ersten Tages
25	Frau, 51 Jahre, geistig nicht normal.	Unbekannte Menge eines Giftpulvers, das Kupfer enthielt. Ob sonst noch ein Gift, ist nicht untersucht.	Ganz unbekannt	—	Nach ¼ Std Gefühl von Zusammenschnüren im Rachen, Speiseröhre und Magen. Würgen, Uebligkeit, Ausspucken, Erbrechen. Das Erbrechen hielt an, Kolikschmerzen, häufige schleimige Durchfälle. Trotz Eiweiss- und Magnesiaverabreichung Schwäche, Respirationsbeschleunigung, kalter Schweiss, Kopfweh, Schwindel, Ohnmacht, Kälte der Extremitäten, Wadenkrämpfe, allgemeine Krämpfe
26	Mädchen, 12 Jahre.	Grosse Quantität Kupfersulfat für 10 Kreuzer) mindestens 30 g.	Mindestens 7,25 g.	Sehr bald Erbrechen, dann Magenauspumpen, dann Apomorphin-Injection.	Wenig Erbrechen, Leibschmerzen, einige wässerige Stühle Herzschwäche, Bewusstseinverlust nach 6 Std., Wadenkrämpfe, allgemeine Krämpfe, Cyanose Behandlung mit Magnesia carbonica, intensiver Magenausspülung, Apomorphiuminjection
28	Mann.	ca 30 g Kupfersulfat.	Mindestens 7,25 g.	Selbstmord	50 Std. nach dem Einnehmen Icterus, 70 Std. nach dem Einnehmen Haemoglobinurie bis zum Tode, daneben vermehrte Respiration und Stupor, aber keine Lähmung, Anaesthesie, Krämpfe, Sehstörungen.

Nicht in die Tabelle aufgenommen habe ich eine Reihe von Fällen, die aber immerhin ein gewisses Interesse bieten.

1. Von keinem Mediziner ist der von Cockburn[1]) beschriebene Fall von Kupfervergiftung gesehen worden. Die Patientin hat (woher man das

1) Cockburn: Report of a case of poisoning by sulphate of copper and iron, Lancet, 1856, II, 248.

Spätere Symptom.	Ausgang	Chemische Ergebnisse	Section	Quelle
—	† nach $2^1/_2$ Stund.	Nur im Magen qualitativ Kupfer nachgewies. Sonst nichts untersucht. Section ausführlich, aber durchaus laienhaft beschrieben.	Schleimh. d. Speiseröhre vom mittleren Drittel an mit einer dünnen Schicht grünschleim. breiiger Massen bedeckt, Schleimhaut grauroth, von Epithel entblösst. Magenschleimhaut mit zäh Schleim bedeckt, verdickt geschwellt, an der Cardia eine über 2 Thalergrosse, warzenartig beschaffene Stelle, die sich etw. fester anfühlt u. graubräunlich. Farbe zeigt. Im Magen u. Dickdarm grünbläulich., breiiger schwach sauerlich. Inhalt, im Dünndarm grauröthl. Massen. Dünndarmschleimh. stellenweise ihres Epithels beraubt u. geröth., Dickdarmschleimhaut allenthalben grauröthlich, wie gegerbt.	Gellner, Prager med. Wochenschr. 1881, VI, S. 213.
—	† nach 10 Stund.	Reichlich Kupfer im Mageninhalt, nicht quantitativ bestimmt. Organe nicht auf Kupfer untersucht.	Leichte Ecchymose an der Innenseite des recht Armes. Magen blass Schleimhaut weder blass noch geröthet, nur in der Umgebung der Cardia drei erbsengrosse Echymosen. Darmschleimhaut mobile imbibirt blassbraun ohne Gefässinjection oder Schwellung der Plaques. Niere, Leber, Blase normal, ebenso Herz und Lunge.	Maschka in Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin, Bd. 39, S. 55
—	† nach 4 Tagen 5 Stund.	—	Alle Körpersäfte blutig tingirt. Der Tod wird auf die Blutzersetzung zurückgeführt.	Allen-Star, Ann. d'hygiène, 1883. 3. Serie, t. IX, p. 193.

weiss, ist nicht gesagt) 2—3 Drachmen (ca. 9 g) käufliches Eisensulfat und 7 Drachmen (26,25 g) Kupfersulfat genossen. Symptome nicht genügend beobachtet: Erbrechen, Durst, zusammenziehendes Gefühl in der Kehle, Leibschmerz, Durchfälle, Schwäche, Zittern, Kopfschmerzen.

Aus dem Sectionsbericht sei mitgetheilt: Magen äusserlich graugrünlich, Innenseite ebenso mit bräunlichen Flecken rund um die Cardia und Pylorus

öffnung. Inhalt 18 Unzen grünliche Flüssigkeit. Dünndarm mit grünschwarzer Verfärbung, oberer Theil enthielt denselben Inhalt wie der Magen; der untere war relativ leer und zeigte dunklen Inhalt und dunkle Verfärbung der Schleimhaut an verschiedenen Stellen, Dickdarm contrahirt mit dunkelbraunem Inhalt. Blase leer und contrahirt.

2. Ungenügend beobachtet ist auch der Fall von Franqué's[1]), immerhin passt er recht gut in den Rahmen der Kupfervergiftung:

Ein Färber trank abends ca. 1 Unze einer Lösung anstatt Schnaps, in deren spärlichem blauem Reste Kupfer und Blei nachgewiesen wurden. Sofort heftige Leibschmerzen und die ganze Nacht hindurch Erbrechen und Laxiren von grünen Massen, am 2. Tage dauerte dies in geringerem Maasse an, am 3. Tag Mattigkeit, graue Gesichtsfarbe, trockene Zunge, viel Durst, Leib zusammengezogen. Behandlung mit Aq. Lausocerasi, Schleim und Eierwasser, Mandelölemulsion, Sem. hyosciami, Magnesia carbonic. Am 6. Tage trat nach leidlichem Befinden (etwas Obstipation, leichte Leibschmerzen, Schwäche) Gelbsucht auf und der Patient verfiel; am 9. Tag eine Ohnmacht, am 13. etwas Parotisschwellung, am 16. Tod.

Keine Section, keine chemische Leichenuntersuchung.

3. Ein 17 jähriges Mädchen[2]) nahm 50 g Schweinfurter Grün in Wasser, und starb 5 Tage darauf unter choleraartigen Erscheinungen. »Im Vergiftungsbild war keine Componente, die für das Arsen specifisch erscheinen könnte.«

Die Section ergab »die absolute Unversehrtheit der Schleimhaut des Verdauungscanals«. Nur der Pharynx war etwas geröthet (Congestion) ohne Geschwürsbildung. Die Magenschleimhaut war blass und vollkommen normal, ebenso Dick- und Dünndarm. — Leber gelblich, in beginnender Verfettung. Nirgends sonst im Körper irgend eine Störung.

Die Organe enthalten etwa in normaler Menge Kupferspuren, selbst die Leber in 1 kg nicht mehr als 9 mg. Man kann hier gewiss, entgegen der Meinung der publicirenden Autoren, ebensogut der Ansicht sein, dass es sich im wesentlichen um eine Arsenvergiftung gehandelt habe, jedenfalls wäre ich in Verlegenheit, eine »für Kupfer specificirte Componente« anzugeben. Das Arsengehalt der Organe war etwa doppelt so gross wie der Kupfergehalt.

4. Belval citirt einen nach seiner Ansicht einwandfreien Todesfall einer Frau durch Kupfersulfat, den Roussin und Boudet beschrieben. Näheres fehlt bei A. de B., S. 100.

Nicht viel anzufangen ist mit dem wohl als Kupfervergiftung zu deutenden Falle von Laporte (bei Orfila) (mit Grünspan gefüllte Wachskugel verursachte den Tod in einigen Stunden) und den zwei Mordfällen von Rey (gaz. des tribun. 12. Av. 1872 und gaz. des tribun. 2. V. 1869) — in allen ist die Menge und Art des beigebrachten Kupferpräparates ganz unbekannt, die Symptome werden als choleraartig, der Tod als rasch eintretend bezeich-

1) Von Franqué (J. B.), Tödtliche Kupfervergiftung. Med. Jahrb. f. d. Herzogth. Nassau. Wiesbaden, 1859, XI, 16. Heft, 743.

2) Bergeron, Delens et L'Hôte. Annales d'hygiène. Trois. Sér. III. 1880, p. 23.

net; in dem einen Fall von Rey ist auch »reichlich« Kupfer in den Eingeweiden nachgewiesen.

Ganz werthlos sind die von Galippe mitgetheilten Fälle: Clauzel (Gazette des Tribunaux, 15. Sept. 1872) versuchte Brunnenvergiftung mit Kupfersulfat, es hatte aber niemand von dem Wasser getrunken (Galippe, Dissert., S. 81). — Guyot (Gazette des Tribunaux, 12. Ap. 1872), Selbstmord oder Mord eines Mannes, der nach Erbrechen etc. bei vollständiger Anurie gestorben war, und in dessen Eingeweiden Bergeron und Roussin sehr beträchtliche (aber nicht mitgetheilte) Kupfermengen fanden. Auch Kupfersulfatflecken auf der Wäsche wurden gefunden. — Chausy (Extrait du Droit Journal des tribunaux, 20 Juin 1875) Angeblicher Giftmordversuch mit kupfervitriolhaltigem Wein an dem 84 jährigen Chausy. Kein beweisender Befund.

Aus diesen Angaben folgt: Es macht das Kupfer in grossen Dosen (ca. 30 g Sulfat oder 7,5 g Cu) in Wasser gelöst eingenommen unzweifelhaft fast stets schwere Symptome einer Gastritis und Enteritis toxica, in einer ganzen Anzahl von Fällen, mindestens 5, ist ganz unzweifelhaft der Tod durch das Kupfereinnehmen eingetreten. Es handelte sich aber hier stets um Dosen, in denen wohl alle ätzenden Metallsalze als gefährlich zu bezeichnen sind. Ob etwas und was von den Symptomen als charakteristisch zu bezeichnen ist, wird bei der Mittheilung der Thierversuche untersucht werden.

Soweit können ernsthafte Zweifel über die Giftigkeit des Kupfers nicht bestehen, ganz anders steht aber die Sache, wenn wir uns die anderen »Kupfertodesfälle« der Liste ansehen. Dieselbe enthält nicht einen einzigen Fall, in dem dargethan wäre, dass eine annähernd genau bekannte kleinere Kupfermenge, etwa 4—5 g Kupfersulfat entsprechend 1—1,2 g Kupfer den Tod oder ernste Erkrankung hervorgebracht habe, an die gewaltigen tödtlichen Selbstmorddosen reihen sich sofort offenbar sehr viel kleinere zu Mordzwecken eingeführte Mengen an.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass in Fall 9 Frau Bréband schon krank aus der Hand ihres Gatten 2 Löffel Kupfersulfatlösung nahm (30 ccm gesättigte Kupfersulfatlösung enthalten ca. 9 g Kupfersulfat) und 5 Tage später starb, aber wer beweist hier auch nur den Schatten eines ursächlichen Zusammenhangs, zumal im Cadaver kein Kupfer gefunden wurde. Der Fall ist ausserdem ungeeignet, um eine minimal lethale Dosis daraus

abzuleiten, denn Niemand weiss, wie stark die Kupferlösung war und was der Frau etwa sonst beigebracht wurde. — Etwas anders liegen die Verhältnisse in den Fällen 19 und 20. Hier sind 2 Frauen vom gleichen Mann nach einander unter den gleichen Symptomen vergiftet — das steht fest —, dass sie Kupfer erhalten haben ist zwar nicht nachgewiesen, aber die Leber enthielt Kupfermengen, wie sie bisher bei einem gesunden Menschen nicht gefunden sind, pro Kilogramm Leber in Fall I 64 mg, in Fall II 41 mg. Nimmt man an, dass die Zahl richtig ermittelt ist, was man Bergeron und l'Hôte ohne weiteres zutrauen kann, so ist dieser Werth 10mal höher als die gewöhnlichen und 3—4mal höher als der höchste in der Literatur enthaltene. Und doch kann ich aus diesen beiden Zahlen keinen Beweis für die Vergiftung der Frauen mit Kupfer ableiten, wenn ich nichts weiss über den Kupfergehalt der Menschenlebern resp. der Vegetabilien in der Heimat dieser Frauen, wo die Erde etwas Kupfer enthält. — Der höchste und niedrigste Werth, den ich in 1 kg Kaninchenleber fand[1]), 12 und 2,8 unterscheiden sich um mehr wie das Vierfache, ich habe in Rinderleber bis 51 mg pro Kilogramm gefunden, aber auch nur 22,5, ja neuerdings einmal bloss 10,0, in Rindsgalle sogar einmal 3,2 und ein andermal 0,2, ohne dass ich einer dieser Analysen zu misstrauen Anlass hätte.

Ich kann also auch diese zwei Morde nicht mit Sicherheit als Kupfermorde auffassen, wenn ich auch natürlich die Möglichkeit zugebe, dass Kupfer am Tode betheiligt gewesen sein kann.

Damit sehe ich mich gezwungen, aus all' den citirten Fällen bloss zu schliessen: Während Dosen von 30 g Sulfat oder Acetat häufig tödtlich sind, sind sie es nicht immer — was wir von Vergiftungen mit kleineren bekannten Dosen kennen (3 g Acetat und dergl.) hat stets mit Genesung geendet. Es muss allerdings

---

1) Vergl. K. B. Lehmann, dieses Archiv, XXIV, S. 38 u. 39. — Seitdem habe ich drei weitere normale Kaninchenlebern untersucht und 10,7, 8,3 und 2,0 pro Kilo gefunden. In der Niere des ersteren Thieres waren 28,0 mg pro Kilo d. h. mehr als das Zehnfache der Menge, der ich in der kupferärmsten Niere mit 2,2 begegnet!

zugegeben werden, dass sich nicht die Unmöglichkeit beweisen lässt, dass nicht doch in einigen der zweifelhaften Fälle schwere Folgen durch Dosen von 1—3 g Kupfersalz (0,25—1 g Kupfer) hervorgerufen sind — noch weniger gewähren die Versuche aber eine sichere Stütze für eine solche Ansicht. Jedenfalls ist mir bisher kein Fall bekannt, in dem nach Eingabe von 250—500 mg Kupfer — d. h. der Dose, die im äussersten Fall etwa in Nahrung unbemerkt aufgenommen werden könnte — eine tödtliche Erkrankung eines gesunden Erwachsenen eingetreten wäre.

3. Versuche über die Wirkung einmaliger Kupferdosen auf Gesunde.

Wir sind also für die Wirkung kleinerer Dosen auf Gesunde auf Versuche angewiesen, die allerdings in ziemlicher Zahl vorhanden sind.

Toulmouche[1]) gab 72 gesunden oder leicht an Grippe oder Magenbeschwerden erkrankten Personen, vorwiegend Frauen, um die Brechwirkung des Kupfersulfats zu erproben 0,1—0,6 g Kupfersulfat und fand:

1. 0,1 g = 25 mg Cu machte 11 mal unter 12 Erbrechen, meist 1—3 mal. Etwas Leibweh aber nur selten dünne Stühle.

2. 0,2 g = 50 mg Cu machte nur 4 mal unter 37 Fällen kein Erbrechen; meist Leibweh und dünne Stühle.

3. 0,3—0,4 g = 75—100 mg Cu machten, 18 angewendet, nur 1 mal kein Erbrechen; Stühle wie bei 0,2.

Einmal wurden 0,4 g = 100 mg von einer Frau und einmal 0,6 g = 150 mg von einem Mann, die beide an Magenbeschwerden litten, ohne jede evacuirende oder sonstige Wirkung ertragen. — Der Autor schliesst aus seinen Beobachtungen, dass die Pharmakologien seiner Zeit das Kupfer mit Unrecht als gefährlich verdächtigten.

Noch etwas höhere Gaben fand Toussaint[2]) nothwendig, um Brechwirkung zu erzielen. Er fand:

1. Das reine Kupfer, das schwarze Kupferoxyd und das Kupfersulfid sind für die Gesundheit völlig unschädlich.

---

1) Gazette médicale de Paris, 1840, S. 329.

2) Vierteljahrschrift für ger. Medic. Bd. XII, 1857, S. 228.

2. Es erregen erst Brechen beim Menschen

von schwefelsaurem Kupferoxydammoniak	0,42 g
von Jodkupfer	0,48 »
von phosphorsaurem Kupfer	0,60 »
von kohlensaurem Kupfer	0,60 »
von salpetersaurem Kupfer	0,84 »
von essigsaurem Kupfer	0,84 »

Diese Stoffe können jedoch in getheilter Dosis weit länger ohne Schaden genommen werden.

3. Die gleichzeitig genossenen Speisen, selbst das Milchsäure enthaltende Sauerkraut sind ohne Einfluss auf die Wirkung des Mittels.

Es muss hervorgehoben werden, dass, wenn in den angeführten Versuchen kein Erbrechen auftrat, dadurch durchaus kein besonderes Unheil entstand; die Lage war vielmehr die — entweder es trat Erbrechen oder überhaupt keine Wirkung auf bei Dosen bis zu 0,8 g Kupfersalz = ca. 200 mg Kupfer.

Da aus allen Versuchen an Thieren hervorgeht, dass die Wirkung der Kupfersalze nicht verstärkt, sondern gemildert wird durch gleichzeitige Einfuhr von Speisen und für die praktische Hygiene es einen besonderen Werth hat, die Wirkung von kupferhaltigen Speisen kennen zu lernen, ass ich 2 mal, mein Schüler Kant 2 mal je 120 mg Kupfer (als Sulfat) = 0,48 g Kupfersulfat unter Fleisch und Gemüse auf die Mittags- und Abendmahlzeit vertheilt. — Ich habe über die Versuche bereits Bd. XXIV, S. 76 kurz berichtet aber dort noch nichts über die Wirkung dieser Versuche gesagt.

Versuch I (L.) 77 mg Cu in zwei Mahlzeiten verzehrt. Wirkung, abgesehen von grossem Ekel und Widerwillen, gleich Null.

Versuch III (K.) 120 mg Cu in zwei Mahlzeiten. Weder besonderer Ekel noch irgendwelche Wirkung.

Versuch IV und V (L. und K.). Trotz heftigen Ekels und fast unmöglicher Beendigung der Vollendung des Verzehrens der vorgenommenen Menge (120 mg Cu) in zwei Mahlzeiten gar keine Wirkung.

Nur Versuch II gab ein anderes Resultat: Ich hatte 120 mg Cu in grünen Erbsen ohne besondere Mühe als Mittagsessen verspeist und ½ Stunde später einige Gläser sauren

Weissweins getrunken, z. Th. um den widerwärtigen Nachgeschmack zu vertreiben. Etwa 1½ Stunde nach der Mahlzeit begann heftige Uebelkeit, die bald zunehmend bald abklingend bis 3½ Stunden auch dem Essen anhielt und plötzlich aufhörte als 2 mal copiöses Erbrechen eingetreten war. Eine halbe Stunde darauf war wieder Nahrungsbedürfnis da und abends ass ich mit bestem Appetit zu Nacht. Irgendwelche andere Wirkungen (Darm, Hirn etc.) fehlten vollkommen.

Das heisst: Mengen von 120 mg Kupfer sind in Form von Salzen unter Speisen gemischt unschädlich, wenn diese Dose auf einen Tag vertheilt genommen wird. Auf einmal verzehrt kann Erbrechen, nach unseren Erfahrungen aber sonst nichts entstehen. Höchst wahrscheinlich vertragen viele Menschen unter Speisen noch weit höhere Dosen, jedenfalls würden wir noch von 200 mg keine andere Gefahr als etwas Erbrechen fürchten.

Hugues lernte von einem Bauern, dass Kupfervitriol aus schlechtem Mehl gutes Brod liefere ohne jede Gesundheitsgefährdung. Brot mit 1 g Kupfersulfat im Kilo Brot, Kartoffeln in Wasser gekocht, das auf 1 l 1 g Kupfersulfat enthielt, verursachte niemals »eine eigentliche Vergiftung«. Manchmal beobachtete man Ekel, Salivation, Verstopfung, ausnahmsweise Erbrechen (scheint sich alles auf Hunde zu beziehen).

Mit diesen Erfahrungen in scharfem Widerspruch steht die Angabe von Crocq (A. de B. p. 228 u. 161), dass manche Personen wohl 10 mg aber nicht einmal 30 mg Kupfersulfat (7,5 mg Cu) auf den ganzen Tag vertheilt ohne Erbrechen vertragen können. Wenn die Beobachtung richtig ist, so wäre sie in das Kapitel der Idiosynkrasie zu zählen, das schon so viele räthselhafte Erfahrungen umfasst, Erfahrungen, die zwar höchst interessant sind, aber von der praktischen Hygiene nicht berücksichtigt werden dürfen, sonst müssten Krebse und Sauerkraut, kalte Milch und Erdbeeren und hundert andere harmlose Dinge auch für Gifte gelten, weil sie dem einen oder anderen nicht bekommen.

4. Erfahrungen über die Wirkung grösserer einmaliger oder seltener Kupferdosen am Krankenbett.

Sehr gestützt werden die Ansichten über die geringe Giftigkeit des Kupfers durch die massenhaften Erfahrungen über die Unschädlichkeit ja ev. Zuträglichkeit der Behandlung gewisser Krankheiten, namentlich des Croup mit dreisten Kupferdosen, die wohl anfangs Brechen erregen, bei wiederholter Application aber gar nicht selten vertragen werden.

Es liegt nicht im entferntesten in meiner Absicht hier eine vollständige Literaturübersicht zu liefern, nur einige Lesefrüchte möchte ich hier mittheilen, die für die Beurtheilung ausreichen dürften. Ein Theil dieser Quellen ist schon recht alt und ab und zu benützt, aber immer noch nicht so bekannt wie zur objectiven Beurtheilung der Kupferfrage nothwendig.

Hoenerkopf [1]) ergänzt Paasche's kritische Bemerkungen und Rademacher's Selbstversuche über die Unschädlichkeit des lange genommenen Kupferoxyds durch Mittheilungen über therapeutische Erfahrungen mit grossen Kupferdosen.

91 Kinder mit Croup erhielten Kupfersulfat; Einzeldosis 0,06 bis 0,3 g anfangs alle 10 Minuten, dann alle 15, 30 u. 60 Minuten, sodass mitunter in heftigen Fällen von Croup schon nach Verlauf einer Stunde 1,08—1,44 g Kupfersulfat verbraucht wurden. Mit jeder Einzeldosis wurde Erbrechen beabsichtigt und mit seltener Ausnahme auch erreicht. Die grösste Menge, die ein Kind hintereinander erhielt, ist 12,96 g in 8 Tagen, d. h. pro Tag durchschnittlich 1,62 g, das Kind starb an Croup. Andere Beispiele hoher Dosen sind:

4 ½ jähr. Kind	in	7	Tagen	9,0 g	d. h. pro Tag	1,29 g
2 »	»	» 24	»	11,340 g	» » »	0,48 g
2 ½ »	»	» 3	»	7,2 g	» » »	2,4 g

dasselbe Kind erhielt in 1 ¾ Jahr 11,880 g, davon im letzten halben Jahr bei 5 Anfällen 9,36 g.

1) Hoenerkopf: Schwefelsaures Kupferoxyd ist kein Gift. Vierteljahrsschrift für ger. Med., 1855 S. 212.

Einigemal bekamen Kinder von 6—9 Monaten bis 2,16 g in 3 Tagen pro Tag 0,7 g.

In 15 Fällen wurde während der Kur pro Kopf durchschnittlich 4,62, in 18 anderen 2,46 g genommen.

Irgendwelche auf Kupfer mit Sicherheit zu beziehende Symptome wurden weder an den Ueberlebenden noch an den dem Croup erliegenden beobachtet.

Sorgfältig hat Hoenerkopf seine 91 Fälle darauf geprüft, ob die als Symptome der Kupfervergiftung erwähnten Erscheinungen beobachtet worden seien.

Trockenheit und Brennen im Schlunde und heftiger Durst: Nie.

Uebelkeit. Nur alsbald nach dem Einnehmen und mit dem Erbrechen verschwindend. Nur 2 mal Blut im Erbrochenen bemerkt. Sofort nach Erbrechen Appetit.

Kolik. Nie.

Allgemeine Schwäche. Einigemal nach längerem Kupfergebrauch.

Magendarmentzündung. Nie im Leben, nie bei gelegentlichen Sectionen, z. B. auch nicht bei einem 1½ jährigen Kind, das nach 3 Tagen, nachdem es in 2 Tagen 2,1 g Kupfersulfat verzehrt, starb.

Zuckungen, einmal nachdem ein Kind von 2½ Jahren in 6 Stunden 1,08 g Kupfersulfat erhalten.

Lethargischer Schlaf: Nie. Dagegen natürlich guter Schlaf nach Erschöpfung. Beschleunigter kleiner Puls. Fast regelmässig hörten mit dem Erbrechen Wadenkrämpfe und Zittern auf.

Beklemmung nur als Vorläufer des Brechens.

Speichelfluss stets.

Kalter Schweiss nie.

Durchfall. Nur einige mal 2—3 Tage nach der Verordnung, nie Blut.

Krämpfe. Einigemal allgemeine Krämpfe, die aber bei den kleinen Kindern nichts für Kupfer bedeuten dürften, Krämpfe kommen ja bei Kindern aus den allerverschiedensten Gründen vor.

Harn. Oefters wurde vollständiges Versiegen der Harnsecretion für 24 Stunden beobachtet bei dem Gebrauch des

Kupfersulfats. (Sollte daran nicht das hartnäckige Erbrechen etwas mit Schuld sein?)

Nachwirkung. Nur mit dem Aufhören des Croup hörte die Kupferverabreichung und mit letzterer die Krankheit auf.

Du Moulin, der stellenweise etwas fanatische Vorkämpfer der Lehre von der fast absoluten Unschädlichkeit des Kupfers gab (A. d. B. S. 40) Kindern von 3—8 Jahren mit Croup oft 1½—2½ g Kupfersulfat (0,4—0,6 g Kupfer) in 5—6 Tagen, sie brachen oft nur in den ersten Tagen, oft nur in den ersten Stunden und befanden sich darauf sehr wohl. — Ein Beispiel einer solchen Behandlung sei angeführt:

Ein Kind von 9 Jahren an Croup erkrankt, erhielt eine Lösung von 0,4 Kupfersulfat = 100 mg Cu in 100 Wasser verschrieben, davon sollte erst alle halbe Stunde, dann jede Stunde ein Löffel voll genommen werden. Diese Verordnung wurde 5 mal in 4 Tagen erneuert und weiter genommen, von der 4. Stunde an trat kein Erbrechen mehr auf. Während der 2 ersten Tage hatte das Kind nicht einmal Diarrhöe, niemals irgendwie heftigere Kolikschmerzen. Das Kind genas ohne acute oder chronische Vergiftung, obwohl es nicht unter 2 g Kupfersulfat = 500 mg Cu in 4 Tagen genossen. — Ein Kind von 3 Jahren erhielt in ähnlicher Weise 0,8 g Kupfersulfat = 200 mg Cu in 4 Tagen.

Solche und ähnliche Beobachtungen bewiesen nach Du Moulin (S. 43), dass selbst ohne Erbrechen beträchtliche Kupfermengen vom Organismus ertragen werden können. Man braucht also keine Angst zu haben, wenn nach Verabreichung von Kupfersulfat in Brechen erregender Dosis dasselbe ausbleibt.

Bei den an Croup unter der Kupferbehandlung gestorbenen Kindern war der Verdauungsapparat bei der Section stets normal.

Specielle Untersuchungen über das Auftreten von Symptomen von Seite der Niere unter Kupferbehandlung ergaben Du Moulin vollständig negative Ergebnisse. (A. de B. S. 241.)

1. Es wurden fast alle Patienten, die seit 1877—78 zu therapeutischen Zwecken Kupfer erhalten hatten, nachträglich

geprüft; keines zeigte Symptome von Seite der Niere oder Leber.

2. Bei 6 Kindern, die in stärkster Kupferbehandlung waren, wurden sorgfältig auf Eiweiss im Harn gefahndet — bei allen umsonst.

Weitere Fälle von Anwendung grosser Kupferdosen als Brechmittel mit gutem Erfolg finden sich:

1. Dusseris (Soc. de Biol., 1877, S. 242), wobei besonders interessant ist, dass 1865 von Prof. Hardy jeder Cholerakranke, der erbrach, beim Eintritt ins Spital 0,4—0,75 g Kupfersulfat bekam.
2. Duchenne (Soc. de Therap., 8. März 1876. Gaz. hebdom. de méd. 1876, S. 172) gibt nach Trousseau als Brechmittel am liebsten Kupfersulfat 300—600 mg (75 bis 150 mg Cu).

Diese Beispiele genügen. Im Interesse der Objectivität mag angeführt sein, dass Vigé 300 mg Kupfersulfat (75 mg Cu) eine etwas starke Dosis findet und Moutard-Martin macht darauf aufmerksam, dass nach der Originalvorschrift Trousseau's der Kranke selten mehr als 4 cg (12,5 mg Cu) nahm, da man mit der Verabreichung aufhörte, sobald der Kranke genug gebrochen hatte. Culment betrachtet das Kupfersulfat als ein gefährliches Medicament, das zu hartnäckigen Diarrhöen Veranlassung gibt, und besser zu vermeiden ist. Doch können diese Angaben kaum die von so vielen eben citirten gewissenhaften Forschern entkräften.

Es folgt aus all' diesen Angaben klar, dass bei der therapeutischen Verwendung kleinerer und mittlerer Dosen 100 bis 200 mg mindestens keine erhebliche schädliche Kupferwirkung beobachtet wurde — auch wenn die Gabe von Kindern genommen nicht ausgebrochen und mehrere Tage wiederholt wurde.

Aus den Thierversuchen folgt, dass Kupferpräparate in der Nahrung beigebracht, jedenfalls nicht stärker, meist aber schwächer wirken als bei Verabreichung der reinen Lösung, diese therapeutischen Versuche sind also besonders werthvoll für die Lehre von der Giftigkeit des Kupfers.

5. Die Wirkung häufig wiederholter genau bekannter kleiner Kupferdosen auf den Menschen.

a) Auf Gesunde.

Die folgenden Versuche sind von besonderem Werthe für die Lehre von der hygienischen Bedeutung des Kupfers, da sie vollkommen sichere Auskunft darüber geben, dass von einer lange wiederholten Einfuhr kleiner Kupferdosen keine nachtheilige Wirkung zu befürchten ist.

Schon Rademacher[1]) nahm 8 Tage lang täglich früh morgens in Pillen 0,9 g Kupferoxyd, später 3 Wochen lang täglich 0,24 g, endlich 8 Monate lang täglich 0,24 g = 172 mg Cu ohne irgend welche Störungen, nur ab und zu ein ganz mässiger, schmerzloser, höchstens ½ Tag anhaltender, von selbst aufhörender Durchfall, von Zeit zu Zeit morgens ein wahres Gefühl von Heisshunger. Allerdings haben diese Resultate kein besonderes Interesse, weil Kupferoxyd doch nur zu einem gewissen und zwar unbekannten Procentsatz gelöst werden kann.

Toussaint[2]) hat dann 1857 grosse Versuchsreihen über die Wirkung der verschiedensten Kupferpräparate bei Darreichung während einiger Wochen an Gesunde oder Hautkranke (wo nichts anderes bemerkt allerdings in Pillenform) in steigenden, zum Theil schliesslich sehr hohen Dosen gemacht. Die Ergebnisse, die ich im Folgenden umgerechnet und übersichtlich zusammengestellt, mittheile, sprechen sehr laut für die Ungefährlichkeit wiederholter Kupfergaben.

Kupfernitrat gab T. 25 Tage einem schwächlichen 23jähr. Mann in der Gesammtmenge von 18,42 g (= 3,868 g Cu). Und zwar nahm derselbe vom 1.—15. Tag morgens und abends je die Hälfte von 120—1560 mg (25,2—327,6 Cu), vom 16.—25. Tage nur morgens Mengen von 600—840 mg (126—176,4 Cu). Erbrechen als 1560 mg Nitrat genommen waren. Bei den grösseren

1) Erfahrungslehre, IV. Ausg., Bd. II, S. 345, citirt nach Hoenerkopf.

2) Toussaint, Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medic., Bd. XII, 1857, S. 228.

Dosen Stuhlzahl um 1—2 täglich vermehrt. Im Harn mit Stuhl stets Kupfer zu finden.

Kupfercarbonat gab T. 10 Tage lang in der Gesammtmenge von 9200 mg (5244 Cu) einem schwächlichen Mann von 23 Jahren und zwar täglich 480—1200 mg (274—684 Cu) in 2 meist gleichen Hälften morgens und abends. Bei 1200 mg (= 684 mg Cu) täglich trat abends einmal Erbrechen ein. 2 bis 2 weiche Stühle pro Tag, einmal Leibschmerzen, kein Kupfer im Harn zu finden.

Kupferphosphat gab T. 9 Tage lang in der Gesammtdosis von 3600 mg (1584 Cu) einem kräftigen, 21jährigen Mann und zwar täglich 120—600 mg (52,8—264 Cu) auf 2 Dosen morgens und abends vertheilt. Kein Erbrechen, 1—3 Stühle täglich. Nie Kupfer im Harn.

Kupferphosphat gab T. 7 Tage lang einem schwächlichen 23jähr. Mann in der Gesammtdosis von 2940 mg (1293 Cu) und zwar täglich morgens 240—600 mg (105—264 Cu). Bei 600 mg einmal Erbrechen. 3—8 (meist 6—8) Stühle täglich. Der Darm schien durch »vorheriges vieles Laxiren« geschwächt. Im Urin kein Kupfer.

Kupferammoniumsulfat gab T. einem Mann mit chronischem Lungenkatarrh, der epileptisch und stark heruntergekommen war, in 39 Tagen 10200 g (2050 Cu). Vom 1.—19. Tag täglich 120—720 mg (30—180 Cu) meist zu gleichen Theilen morgens und abends verabreicht, vom 20.—36. Tag täglich 120 mg (30 Cu) in 2 gleichen Theilen, vom 36.—39. nur morgens 60 mg (15 mg Cu). Erbrechen trat ein als einmal 420 mg (105 Cu) auf einmal gegeben wurde, ausserdem vom 20.—36. Tag auch 2mal Erbrechen. Fortwährend 1—2 breiige Stühle. Harn bei jeder Untersuchung kupferhaltig. Keine Intoxicationssymptome.

Kupferjodür gab T. 8 Tage lang einem 21jährigen geschwächten Mann (Malaria) zusammen 5520 mg (1840 mg Cu) und zwar hatte derselbe täglich 480—900 mg (160—300 mg Cu) in 2 gleiche Portionen abgetheilt erhalten. Bei 900 mg (300 mg Cu) täglich trat Erbrechen ein, Stuhl 1—2mal täglich, bei 900 mg 3 Stühle.

Kupfersulfid gab T. 7 Tage lang einem $22^{1}/_{2}$ Jahre alten schwächlichen Mann in der Gesammtdose von 7200 mg (4800 mg Cu) und zwar täglich 420—1440 mg (280—960 mg Cu) in 2 gleichen Hälften. Wirkung Null.

Neutrales resp. basisch essigsaures Kupfer gab T. 21 Tage lang einem 21 jährigen kräftigen kleinen Mann in der Gesammtmenge von 16,32 g (= 8100 mg Cu). Vom 1.—8. Tag erhielt er 2 mal abends und morgens Kupfer, zusammen 780—1560 mg pro Tag (260—520 mg), vom 9.—21. Tag nur noch einmal und zwar 180—840 mg Salz (60—280 mg Cu) pro Tag. Erbrechen trat ein als zum erstenmal 840 mg (280 mg Cu) auf einmal verabreicht wurde, 12 Tage später schadete die gleiche Dosis nicht mehr. Stuhl: Als 1560 mg (= 520 mg Cu) in Dosen genommen wurden, traten 6 dünne Stühle auf, sonst täglich 2—3 weiche bis dünne Stühle. — Am 4. und 17. Tage wurde probirt im Harn auf einer Stahlplatte einen Kupferniederschlag zu erhalten, es gelang.

Stearinsaures Kupfer nahm Toussaint mit 60 mg beginnend und in 5 Tagen 1,8 g verzehrend ohne jeden Schaden.

Milchsaures Kupfer nahm Toussaint mit 240 mg beginnend bis 660 mg pro Tag in 8 Tagen 3,6 g, ohne andere Wirkung als bei den grossen Dosen 1 resp. 2 Mal Erbrechen pro Tag.

Ueberhaupt nahm Toussaint (a. a. O. S. 18) selbst 6 Monate lang die verschiedensten Kupferpräparate und bewies damit, dass ein gesunder Erwachsener Monate lang 200—500 mg Kupfersalz d. h. 50—125 mg Kupfer tagtäglich ohne Schaden aufnehmen könne.

Hiermit kommen wir zu den besonders wichtigen Versuchen, in denen gesunde Menschen monatelang Kupferpräparate nahmen.

Gautier (A. de B.) gibt an, dass Burq durch eigene und fremde Beobachtungen festgestellt hat, dass ein gesunder Mensch täglich 100—300 mg eines Kupfersalzes mehrere Wochen zu sich nehmen kann, ohne dass daraus etwas anderes als Verstopfung und vielleicht etwas Appetitlosigkeit folgt, aber er behauptet, dass die Kupfersalze mit Speisen gemischt manchmal schon in Dosen von 50—100 mg nicht mehr vertragen werden.[1]

---

1) Er stützt sich dabei offenbar auf die sogenannten Kupfervergiftungen des Haushalts, denen ich eine besondere Abhandlung zu widmen gedenke.

Paul und Kingzett gaben (nach Giunti, Gaz. chim. ital. Vol. IX) einem Menschen täglich 0,3027 g Kupfersulfat d. h. 75 mg Kupfer ohne jede Wirkung. Die Hauptmenge wird einfach durch den Darm ausgeschieden, die Absorption kleiner Mengen findet durch den Magen statt.

Du Moulin (A. de B. S. 7) benutzte mit seiner ganzen Familie 14 Monate ausschliesslich ein Brod, das 50 mg Kupfersulfat im Kilo enthielt. Resultat: Vollkommenes Wohlbefinden. Diese Zahl wurde gewählt, weil Kuhlmann angibt, dass ein grösserer Zusatz die Brotbereitung nicht mehr günstig beeinflusse. Es fehlt aber die Angabe, wieviel Brot verzehrt wurde.

Auf meine Veranlassung haben 2 meiner Schüler solche Versuche an sich gemacht und zwar nahm Dr. Meyerhardt 50 Tage lang täglich 39,3 mg Kupfersulfat = 10 mg Cu und hieran anschliessend 30 Tage lang täglich 78,6 mg Kupfersulfat = 20 mg Cu, also in 80 Tagen zusammen 4,323 g Kupfersulfat = 1,100 g Cu. Nur die ersten Male als die 39 mg Kupfersulfat in 20 ccm Bier genommen wurden, erregten sie etwas rasch vorübergehende Uebelkeit, später wurde das Kupfer in ½ l Bier genommen, die Wirkung war in jeder Beziehung gleich Null.

Ueber die Selbst-Versuche meines Schülers Dr. A. Kant mit Kupferacetat gibt die folgende Tabelle eine Uebersicht:

Zahl der Tage	Tägliche Dosis in Milligramm		Gesammtmenge in Milligramm	
	Kupferacetat	Metall-Kupfer	Kupferacetat	Metall-Kupfer
3	15,79	5	47,37	15
10	31,58	10	315,8	100
1	47,37	15	47,37	15
20	63,16	20	1263,2	400
17	94,74	30	1610,58	510
51			3284,32	1040

Das Kupfer wurde meist in etwas Thee, seltener in Bier genommen und zwar stets die Gesammtmenge auf einen Trunk — nicht selten morgens nüchtern. — 70 Tage nach Abschluss dieser Versuchsreihe wurde wieder 30 mg Cu als Acetat genommen, 7 und 14 Tage später nochmals und zwar stets ohne

jede Wirkung. — Desgleichen ½ Jahr später abermals 5 Tage lang je 30 mg Cu als Acetat.

Gleichzeitig grosse und lange wiederholte Dosen sind vielfach zur Behandlung von Nervenkranken in Anwendung gekommen. — Hier mögen nur einige besonders drastische Beispiele Erwähnung finden.

Van Helmont[1]) wandte Kupferpräparate gegen Epilepsie, Hysterie, Chorea minor, Scrofulose, Carcinom, Phthisis etc. oft lange Zeit hindurch an, ohne dass die Patienten nachtheilig beeinflusst wurden. Nur einige Male trat nach zu starken Dosen Erbrechen und Diarrhöe ein. Gegen Scrofulose gab er Grünspan bis zu 0,20 g täglich, gegen Veitstanz bis zu 0,40 g Kupfersulfat täglich aufsteigend, gegen Krebs sogar Grünspan bis zu 1 g und darüber täglich ohne Nachtheil für die Patienten.

Cuprumammoniumsulfat wurde, wie Bourneville[2]) berichtet, gegen Epilepsie in Pillen von 0,10 g des Salzes angewandt. Anfangs wurde 1 Pille, nach einigen Tagen 2 Pillen, nach 10 Tagen 3 Pillen u. s. f. in steigender Dosis täglich gegeben. Fünf so behandelte Patienten haben 43—124 g Kupfersalz = 10,75—31 g Kupfer in 122—365 Tagen zu sich genommen. Die physiologische Wirkung dieses Salzes schildert er nach den gemachten Beobachtungen folgendermaassen:

»L'appétit s'est parfaitement maintenu chez toutes nos malades. Aucune n'a accusé de douleur du côté de l'estomac, mais presque toutes ont eu des coliques, d'ailleurs passagères et assez rares. Chez quatre d'entre elles, nous avons observé des vomissements muqueux, glaireux ou alimentaires, tantôt incolorés, tantôt gris ou bleuâtres, selon le moment où ils se produisaient. Ces mêmes malades ont eu de la diarrhée qui n'a jamais été assez considérable pour nécessiter un traitement spécial ou même la suspension du médicament. Nous n'avons pas eu la moindre altération du côté de la peau ou de la muqueuse buccale; la nutrition n'a pas été modifiée; une de nos malades n'a pas présenté le moindre accident bien qu'elle ait absorbé 63 g de sulfate de cuivre en 5 mois

1) A. Gautier, Le cuivre et le plomb, 1883, p. 9.
2) Nach Gautier.

et qu'elle en ait pris quotidiennement 0 g, 60 = 150 mg durant 45 jours consécutifs. Enfin nous tenons à rappeler que chez celle de nos malades qui a succombé à un état de mal épileptique pendant qu'elle était en traitement; il n'y avait absolument aucune lésion de l'appareil digestif.

Gubler schrieb bei den grossen Neurosen (A. de B. S. 107) den fortgesetzten Gebrauch von 50—250 mg Cuprum sulfuricum ammoniatum vor, weil es weniger Erbrechen macht. Guersant ging bis zu 400, Bouchut bis 450 mg pro Tag d. h. 12,5—112,5 mg Kupfer pro Tag.

Desguin hat (A. de B. S. 133) mehrere Monate lang Chlorotische und Neuropathische mit Kupfer behandelt und zwar in abnehmender Häufigkeit mit Kupferoxyd, Sulfat, ammoniakalischem Sulfat und neutralem Acetat. Verabreicht wurden die Präparate in Pillen, im Anfange der Behandlung 20—30 mg des Präparats pro Tag, später meist 80—120, nie über 200 mg. Die Dosen werden erst gesteigert, wenn Toleranz eingetreten ist, nur an den ersten Tagen pflegt Nausea selten Erbrechen beobachtet zu werden, die Toleranz kann aber auch vom ersten Tage an da sein. Desguin (S. 134) sah niemals Nierenaffectionen bei seinen mit reichlichem Kupfer behandelten Kranken, gab aber auch nur gesunden Leuten Kupfer und gibt die Möglichkeit der Schädigung bei Krankheit der Nieren oder des Circulationsapparates unbedingt zu.

Desguin meint, dass Kupfer vielleicht mit Eisen auf einer Stufe der Gefährlichkeit für die Nieren stehe.

Deneffe von Gent (A. de B. S. 11) hat Kinder 6, 7, 8 Monate und länger mit Kupfersulfat behandelt in der Dose von 100, 150, 200 und selbst 250 mg (d. h. 25—62 mg Cu) pro Tag. Er sah nicht die kleinste Störung bei dieser Behandlung weder während noch nach der Medication. Nur im Beginne der Behandlung leichtes Erbrechen.

Burq hat an 100 Personen, die täglich 20—30 cg Kupferoxyd monatelang nahmen, keine ernstlichen Zufälle beobachtet. Auch Diabetiker und Neuropathiker haben diese Behandlung ausgehalten, ohne dass irgend welche Ernährungs- und Verdauungs-

störungen eintraten und die weitere Verabreichung dieser Präparate verhindert hätten.

Eine Reihe von Fällen, in denen grössere Kupferdosen zu therapeutischen Zwecken mit Erfolg verwendet worden waren, sind aus der neueren Zeit von Barduzzi (Commentaire clinique de Pise Sept. 1877) beschrieben. Ein ausführlicher Auszug daraus findet sich bei Gonnet.

Von der Beobachtung ausgehend, dass ein Impetigo bei einem Hunde, der mit Kupfersulfat gefüttert wurde, abheilte, behandelte Du Moulin (A. de B. S. 10) Kinder, die an verschiedenen skrophulösen Affectionen litten, mit Kupfersulfat.

Es nahmen Kinder 6—7 Monate lang Dosen, die von 20 bis 100 mg Kupfersulfat pro Tag schwankten. Es waren darunter Kinder bis zum Alter von 4 Monaten (a. a. O. S. 44). Erwachsene Tuberkulöse nahmen 50—200 mg Kupfersulfat monatelang.

Ein Widerspruch gegen diese Erfahrungen ist nirgends erhoben, kein Autor, der mit Kupfer an Gesunden und Kranken experimentirt hat, ist zu einem irgendwie abweichenden Schluss gekommen.

Ergebnisse.

Kurz lassen sich alle Erfahrungen über die Wirkung des Kupfers in bekannten Mengen auf den Menschen in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Massive Dosen (ca. 30 g Kupfersalz = 7,5 g Kupfer) können tödtlich werden. Sie wirken wie alle Substanzen, die heftige Gastroenteritis machen. In einer grossen Zahl von Fällen haben aber auch derartig grosse Dosen nicht zum Tode, sondern nur zu ernstlicher Erkrankung geführt, die in 3—8 Tagen in Genesung überging.

2. Vergiftungsversuche am Menschen mit unbekannten Dosen sind nur für die Symptomatologie brauchbar.

3. Es ist kein Fall in der Literatur bekannt, dass Kupfermengen von 4—8 g Salz also etwa 1—2 g Kupfer auf einmal genommen, einen gesunden Menschen getödtet hätten, wir sind

vielmehr berechtigt, anzunehmen, dass solche Dosen in der grösseren Zahl der Fälle nur mässige Erkrankung hervorbringen. Im allgemeinen sind wir aber gerade über die Wirkung derartiger Dosen, die dem Selbstmörder zu klein, dem Mörder wegen ihres Geschmackes zu gross sind, am schlechtesten unterrichtet.

4. Einmalige Dosen von 1—2 g Kupfersalz d. h. 0,25—0,5 g Kupfer pro Tag haben bisher niemals andere Störungen als Erbrechen und ev. etwas Durchfall hervorgerufen.

5. Dosen bis 120 mg Cu d. h. 0,5 g Kupfersalz auf ein- oder zweimal genommen, sind, besonders wenn sie in Speisen genommen werden, oft geradezu vollkommen wirkungslos, höchstens erzeugen sie einmal Erbrechen.

6. Eine chronische Kupfervergiftung am Menschen ist niemals experimentell beobachtet, es werden wohl wochenlang Dosen von 100—200 mg als monatelang Dosen von 30 mg und mehr wirkungslos ertragen.

7. Die verschwindend seltenen bisher bekannt gewordenen entgegengesetzten Erfahrungen sind vorläufig ungezwungen in das räthselhafte Gebiet der Idiosynkrasie zu verweisen und für weitere Schlüsse nicht maassgebend.

Nachdem ich nun in den früheren Arbeiten den möglichen Kupfergehalt von Speisen unter den verschiedensten und ungünstigsten Bedingungen bestimmt, in dieser alles Sichere über die toxische Wirkung des Kupfers auf den Menschen, so weit möglich gesammelt, ist das Material beisammen, das nöthig ist, um die ökonomischen Kupfervergiftungen der Literatur einmal einer durchgreifenden kritischen Sichtung zu unterziehen. Vorher aber wird es nöthig sein, die Erfahrungen über Kupfervergiftung an Thieren zu einer vielseitigen Erweiterung und Vertiefung der am Menschen gewonnenen heranzuziehen und daran anschliessend den Stoffwechsel des Kupfers näher zu verfolgen.

Ueber die

Ursache der Hemmung der Gelatine-Verflüssigung durch Bacterien durch Zuckerzusatz.

Von

Dr. **Wilhelm Auerbach,**

aus Hamburg.

(Aus dem hygienischen Institut der Universität Würzburg.)

Durch die Arbeiten von H. Bitter[1]) und besonders von Fermi[2]) wissen wir, dass die Verflüssigung der Gelatine durch Bacterien auf der Bildung trypsinartiger, proteolytischer Fermente beruht. Diese biologische Eigenschaft wird oft durch geringe Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Nährbodens bei vielen Mikroorganismen in beträchtlichem Grade beeinflusst, insbesondere hat man in den letzten Jahren gefunden, dass Zusatz von Zucker zum Nährboden die Verflüssigung der Gelatine bei manchen Bacterien stört. Die Frage, wodurch der Zucker diese Hemmung bewirkt, ist noch nicht aufgeklärt, und ich unterzog mich deswegen gern der Aufgabe, mich damit zu beschäftigen.

Die vorliegende Arbeit ist im Sommersemester 1896 und im Wintersemester 1896/97 im hygienischen Institut der Universität Würzburg unter der Leitung meines hochverehrten Lehrers, Herrn Prof. Lehmann, angefertigt, dem ich für seine Bereitwilligkeit und die guten Rathschläge, mit denen er mich dabei in jeder Hinsicht unterstützte, an dieser Stelle meinen besten Dank sagen möchte.

---

1) Archiv für Hygiene, Bd. V, S. 241.

2) Archiv für Hygiene, Bd. X, S. 1 ff., Bd. XII, S. 240.

Sämmtliche Bacterien, die im folgenden untersucht wurden, sind auf Fleischwasserpepton-Gelatine stark verflüssigend und zeigen intensives Wachsthum, die Farbstoffbildner zeigen bald die charakteristische Färbung.

Als Nährboden wurden benutzt (alle mit Natronlauge und Phenolphthaleïn neutralisirt).

A. Eiweisshaltige Nährböden.

1. Gewöhnliche Gelatine aus Fleisch.
2. Gewöhnliche Gelatine + 2 % Traubenzucker.
3. Gewöhnliche Gelatine + 2 % Milchzucker.

B. Eiweissfreie Nährböden.

1. Eiweissfreie Gelatine nach C. Fränkel und Voges:

Kochsalz	5,0	in 1000,0 Wasser gelöst und 10 % Gelatine zugesetzt.
Neutrales Natriumphosphat	2,0	
Milchsaures Ammoniak	6,0	
Asparagin	4,0	

2. Eiweissfreie Gelatine + 2 % Traubenzucker.
3. Eiweissfreie Gelatine + 2 % Milchzucker.

Es wurden nur Sticheulturen angefertigt, die bei Zimmertemperatur wuchsen. Sämmtliche Culturen wurden mit 12 Bacterienarten und zwar alle doppelt angelegt und ausserdem die ganze Versuchsreihe nochmals wiederholt, um möglichst einwandfreie Resultate zu erlangen. Das Verhalten der einzelnen Bacterien ist in den folgenden Tabellen dargestellt und bedeuten dabei die Ziffern, wie folgt:

3 = nicht gestört also gut,
2 = etwas gestört also mässig,
1 = gestört also gering,
0 = aufgehoben.

Die im folgenden gebrauchte Nomenklatur ist die des »Atlas und Grundriss der Bacteriologie und Lehrbuch der speciellen bacteriologischen Diagnostik« von Lehmann und Neumann.

A. Eiweisshaltige Nährböden.[1])

Bacterien	1. Ohne Zusatz			2. + 2% Traubenzuck.			3. + 2% Milchzucker		
	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum
Sarcina lutea	3	3	3	2	3	3	2	3	3
Sarcina aurantiaca	3	3	3	2(1)	3	3	2	3	3
Micrococcus pyogenes *α* aureus	3	3	3	2	3	3	2	3	2
Bact. prodigiosum	3	3	3	2	1	3	2	0	3
Bact. fluorescens	3	3	3	2(1)	1	3	2	2(0)	3
Bact. pyocyaneum	3	3	3	2	3	3	2(1)	3	3
Bact. vulgare s. Proteus vulgaris	3	—	3	0	—	3	2	—	3
Bacillus anthracis	3	—	3	2	—	3	2	—	3
Bacillus subtilis	3	—	3	2	—	2	2	—	2
Bacillus vulgatus s. mesenteric. vulgatus	3	—	3	1	—	2	1	—	2
Vibrio cholerae	3	—	3	2(0)	—	2	2	—	3
Vibrio proteus	3	—	3	2	—	2	2	—	3

B. Eiweissfreie Nährböden.[1])

Bacterien	1. Ohne Zusatz			2. + 2% Traubenzuck.			3. + 2% Milchzucker		
	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum	Verflüssigung	Farbstoffbildung	Wachsthum
Sarcina lutea	1	2	2	1(0)	1	2	1(0)	1	2
Sarcina aurantiaca	2	2	2	1	2	2	2	1	2
Micrococcus pyogenes *α* aureus	1	1	2	1	1	2	1	1	2
Bact. prodigiosum	2	2	3	1(2)	2	3(1)	2	3	3
Bact. fluorescens	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Bact. pyocyaneum	1	1	2	2	2	2	2	1(0)	3
Bact. vulgare s. Proteus vulgaris	3	—	3	0	—	3	2	—	3
Bacillus anthracis	2	—	2	1	—	3	1	—	3
Bacillus subtilis	2	—	2	1	—	2	1	—	2
Bacillus vulgatus s. mesenteric. vulgatus	2	—	2	0	—	2	0	—	2
Vibrio cholerae	2	—	3	0	—	3	2(0)	—	2
Vibrio proteus	2	—	2	0	—	3	2	—	3

1) Wo zwei Zahlen nebeneinander stehen deutet dies auf verschiedene Resultate in den Controlversuchen.

Obige Tabellen sind nach 8tägigem Wachsthum der Bacterien angefertigt und sind die Resultate kurz zusammengefasst folgende:

1. Bei eiweisshaltigen Nährböden mit Zuckerzusatz ist die Verflüssigung geringer als bei solchen ohne Zusatz.
2. Die Hemmung ist stärker bei Zusatz von Traubenzucker als bei Zusatz von Milchzucker.
3. Nicht nur die Verflüssigung, sondern auch die Wachsthumsintensität ist bei Zusatz von Traubenzucker geringer als bei Zusatz von Milchzucker.
4. Die Verflüssigung ist bei den eiweissfreien Nährböden schwächer als bei den eiweisshaltigen.
5. Die Farbstoffbildung ist bei den eiweissfreien Nährböden oft vermindert.

Die stärkste Hemmung der Verflüssigung sahen wir bei Bact. vulgare und deshalb sind die folgenden Untersuchungen über die Ursache dieser Hemmung mit ihm allein gemacht worden.

Verschiedene Autoren haben schon auf die Fäulnishemmung, d. h. vermindertes Entstehen der fauligen Stoffwechselproducte der Fäulnisbacterien, durch Zuckerzusatz hingewiesen. So hat Fischer[1]) Hydrocelenflüssigkeit längere Zeit bei offenem Stehen keimfrei erhalten können dadurch, dass er zu derselben eine concentrirte Zuckerlösung hinzusetzte.

Hirschler[2]) hatte im Hoppe-Seyler'schen Laboratorium die Beobachtung gemacht, dass Rohrzucker in Kolben mit faulendem Fleischgemisch gebracht, die Bildung aromatischer Faulproducte verhindert, und dass er innerhalb des thierischen Körpers ähnlich wirkt. Für die Erklärung des Ausbleibens der Eiweissfäulnis wurden von Hirschler folgende Möglichkeiten angenommen:

1. Die rasch sich bildende freie Milchsäure könnte Ursache der Behinderung sein.

---

1) Zeitschrift für Chirurgie, Bd. XXII.

2) Zeitschrift für physiologische Chemie, Bd. X, S. 306 ff.

2. Die Gegenwart leicht zersetzlicher Kohlehydrate könnte die physiologischen Bedürfnisse der vorhandenen Bacterien befriedigen und so die Eiweisskörper vor der Zersetzung bewahren, oder, da niemals mit Reinculturen von Bacterien gearbeitet wurde sondern mit Gemengen von Faulpilzen, das Vorhandensein der Kohlehydrate könnte gerade diejenigen Organismen, welche diese zersetzen, begünstigen und die eiweissspaltenden zurückdrängen.
3. Als die wahrscheinlichste Erklärung wurde angenommen, dass bei der Zersetzung der Kohlehydrate Wasserstoff frei wird, der in statu nascendi Producte, wie Propionsäure bildet, welche die Eiweissfäulnis hemmten.[1])

Ausgehend von dieser Arbeit untersuchte F. Kuhn[2]) im Laboratorium von Herrn Prof. Lehmann das Verhalten von Reinculturen des Fäulnispilzes Bact. vulgare (Proteus vulgaris Hauser) bei Zuckerzusatz. Zu diesem Zwecke versetzte er Bouillon-Lösungen mit verschiedenen Procentsätzen Traubenzucker und prüfte die Lösungen nach gewissen Zeiträumen auf das Erhaltensein und die Lebensfähigkeit der eingebrachten Reinculturen von Bact. vulgare. Er fand nun, dass bei Gegenwart von Traubenzucker neben Eiweisskörpern Bact. vulgare die letzteren nicht angreift, speciell Gelatine nicht verflüssigt; es zersetzt dann namentlich den Zucker und bildet daraus eine Säure, um durch diese dann nach kurzer Zeit zu Grunde zu gehen.

Ist die Concentration der Zuckerlösung eine höhere, so vermehrt sich Bact. vulgare sehr langsam, bildet nur langsam Säure, lebt aber auch viel länger. Die Lebensdauer scheint direct von der Concentration der gebildeten Säure abzuhängen. Interessant ist das Verhalten des Bact. vulgare auf Gelatine, der man Traubenzucker zugesetzt hat. Im Stich entstehen radienartige Ausläufer;

1) In neuester Zeit haben Gorini (nach Maly, Jahresbericht, Bd. 23), Strauss (Berl. klin. Wochenschr., 1896, Nr. 18), Schmitz (Zeitschr. für phys. Chemie, Bd. XIX), und Seelig (Virchow's Archiv, Bd. 146) Fäulnishemmung bei Zuckerzusatz gefunden, doch liegen die Arbeiten zu sehr ausser dem Bereich meines Themas, als dass ich näher darauf eingehen könnte.

2) Archiv für Hygiene, Bd. XIII, S. 70 ff.

Verflüssigung tritt entweder nur sehr spärlich auf oder sie bleibt vollständig aus.

Herrn Prof. Lehmann war als nächstliegende Erklärung dieser Beobachtung erschienen, dass die von Bact. vulgare gebildete Säure die Wirkung des Bacteriotrypsins störe, und er machte deshalb folgende Versuche, über die er im Grundriss und Atlas der Bacteriologie (S. 57, Abs. 3) folgendermaassen berichtet:

»Zuckerzusatz stört bei vielen Bacterien nicht das Wachsthum, aber die Verflüssigung der Gelatine, so z. B. bei Bact. vulgare. Zur Aufklärung kann vielleicht dienen, dass Bact. vulgare aus Zucker stark Säure bildet, und dass das Vulgare-Trypsin gegen Säure empfindlich ist. Es bildeten uns auf 10 ccm 1% Traubenzuckergelatine in 5 Tagen Bact. vulgare 3,7, Vibrio Proteus 2,1, Bac. subtilis 1,7, Bac. anthracis 0,9 ccm 1/10 Normalsäure, nur Bact. vulgare war unverflüssigt.

Da aber noch andere Erklärungsmöglichkeiten bestanden, so forderte Herr Prof. Lehmann mich zu einer eingehenden experimentellen Bearbeitung des Gebietes auf, wobei er mir die Fragestellung und den Arbeitsplan in folgender Weise angab:

I. Enthält eine nicht verflüssigte Cultur[1]) auf zuckerhaltigem Nährboden Trypsin, das nur wegen gleichzeitiger Anwesenheit von Säure nicht wirken kann?

Zur Untersuchung dieser Frage wurden:

a) nicht verflüssigte, auf zuckerhaltigem Nährboden gut gewachsene, lebende Vulgare-Culturen sehr vorsichtig bei niedriger Temperatur geschmolzen und dann nachträglich mit Magnesia usta[2]) versetzt, um die Säurewirkung durch Zusatz eines Alkali aufzuheben.

Resultat: Es trat keine Verflüssigung ein, obwohl der Inhalt alkalisch war, denn bei Zusatz von blauem Lakmus trat keine Farbenveränderung auf.

---

1) Das Bact. vulgare wurde frisch aus faulendem Fleisch gezüchtet.
2) Siehe Sclavo (Annali dell' Ist. d'Ig. sperini di Roma, V, fasc II

Die Lebensfähigkeit der Bacterien war durch das MgO nicht gestört, denn Abimpfungen auf gewöhnlicher Gelatine 8 Tage nach dem Schmelzen zeigten Wachsthum und Verflüssigung.

b) Culturen, die von Anfang an mit Traubenzucker und Magnesia usta versetzt und dann mit Bact. vulgare geimpft wurden, zeigten gleiches Verhalten wie diejenigen, denen das MgO erst später hinzugesetzt war, d. h. keine Verflüssigung, beim Abimpfen aber ebenfalls positiven Erfolg.

c) Dass Magnesia usta an sich nicht die Trypsinbildung stört, wurde folgendermaassen festgestellt:

1. Stichculturen auf zuckerfreier Gelatine mit beginnender Verflüssigung im Stichkanal wurden vorsichtig geschmolzen und mit MgO versetzt. Nun liess ich sie wieder erstarren: Nach 24 Stunden begann Verflüssigung des ganzen Röhrcheninhaltes.
2. Gewöhnliche Gelatine wurde mit MgO versetzt und von diesem Gemische eine Schüttelcultur mit Bact. vulgare gemacht. Resultat: Auch hier trat nach kurzer Zeit allgemeine Verflüssigung ein.

Aus all den sub 1 angestellten Versuchen geht also hervor, dass die gebildete Säure nicht daran schuld ist, wenn keine Verflüssigung auf zuckerhaltigem Nährboden eintritt.

II. Es lag nun die Frage nahe:

Wird denn überhaupt in Culturen mit Zuckerzusatz Trypsin gebildet?

Behufs Lösung dieser Frage wurde

a) Zuckerbouillon (Bouillon + 2 % Traubenzucker) mit Bact. vulgare geimpft. Nach 48 Stunden wurde 2proc. Carbolsäure zugesetzt, um die Bacterien abzutödten. Um nun die Fermentwirkung zu erkennen, wurde das Gemisch auf Carbolgelatine gebracht, die nach Fermi's Vorschlag[1]) aus 7 g Goldgelatine mit 93 g wässeriger Carbollösung gekocht bis zur Verflüssigung der Gelatine hergestellt war.

---

1) Archiv für Hygiene, Bd. XII, S. 240.

Resultat: Nach 15 Wochen war noch nichts verflüssigt, während

b) in den Controllversuchen, wo Culturen in zuckerfreier Bouillon ebenso behandelt waren, Lösung der Carbolgelatine nach 2 Tagen begann.

III. Hat der Zucker auf bereits gebildetes Bacterio-Trypsin einen Einfluss?

a) Bact. vulgare auf gewöhnlicher Bouillon gezüchtet wird mit 2proc. Carbolsäure versetzt und dies Gemisch auf Carbol-Zucker-Gelatine gebracht.

b) Ein gleiches Gemisch wird auf zuckerfreie Carbolgelatine gebracht.

Resultat: Beide Röhrchen zeigten nach 15 Wochen gleich starke Verflüssigung. (Dass die Verflüssigung dabei von der Menge des Fermentes abhängt, konnte man an einigen Röhrchen beobachten, wo weniger fermenthaltige Flüssigkeit aufgeschichtet war. Die verflüssigte Säule war hier bedeutend kleiner).

Da also, um nun zum Schlusse noch einmal kurz meine Resultate zusammenzufassen, Alkali-Zusatz die Zuckerhemmung weder verhütet noch beseitigt, obwohl die gebildete Säure gebunden wird, der Zucker aber auf einmal gebildetes Trypsin keinen Einfluss hat, so kann die gehemmte Verflüssigung keine Säure-Wirkung sein, sondern muss darauf beruhen, dass bei Zuckerzusatz zum Nährboden kein proteolytisches Ferment gebildet wird.

Beiträge zur Kenntnis des Labferments und seiner Wirkung.

Von

Dr. med. **Leon Sommer**
aus Freudenberg, Baden.

(Aus dem hygienischen Institut in Würzburg.)

Einleitung.

Allgemein bekannt aber ganz unaufgeklärt ist die Thatsache, dass die Bekömmlichkeit der Milch bei dem Menschen eine sehr variable ist. Während die Verdauung der Milch bei dem einen ohne Störung vor sich geht, rufen schon geringe Mengen bei dem andern fast gesetzmässig Diarrhöe hervor, während diese mit einem bis zum Brechreiz sich steigernden Widerwillen sich zum Trinken der Milch zwingen, haben jene wieder eine Vorliebe für Milchgenuss. Dieser Regellosigkeit gegenüber ist es auffallend, dass Säuglinge sich ausschliesslich von Milch nähren; weiter gibt die Beobachtung zu denken, dass man weit mehr bei Erwachsenen als bei jugendlichen Individuen dieser Abneigung begegnet. Noch merkwürdiger ist die Thatsache, dass die Ausnützung der Milch, die beim Kinde als eine so vollkommene bezeichnet werden kann, beim Erwachsenen eine erheblich schlechtere ist. Der Verlust der Trockensubstanz beträgt nach Uffelmann u. Forster 6,7%, nach Kemmerer 5,7% beim Kinde. Beim Erwachsenen ist er bedeutend höher und von den verschiedenen Autoren Rubner, Gerber, Uffelmann, Prausnitz zu 8,5—9% gefunden worden. Aehnlich wie die Ausnützung der Trockensubstanz ist auch die des Stickstoffs beim Erwachsenen schlechter wie beim Kinde. Als mögliche Erklärung für die letztere und vielleicht einige der früheren Thatsachen erwähnte Herr Professor

Dr. K. B. Lehmann im Colleg den Umstand, dass im Magen des Säuglings und jungen Kindes die Labproduction vielleicht eine grössere sei, während hingegen der Erwachsene nur wenig Lab produzire, die Milch deswegen nur unvollständig coagulire und einen Theil der Milch in den Darm übertreten lasse, ehe das peptische Ferment Zeit gehabt habe, einzuwirken. Es schliesst sich diese Vermuthung an die Auffassung von Professor Fick über die Bedeutung des Labferments an, derzufolge die Milch gewissermaassen in einen festen Körper verwandelt und dadurch im Magen festgehalten werde, bis die peptischen Fermente Zeit gehabt haben, dieselbe in einen für die Assimilation geeigneten Zustand überzuführen. Zur experimentellen Prüfung dieser Ansicht, die mir Herr Professor K. B. Lehmann zu übertragen die Freundlichkeit hatte, konnten verschiedene Wege eingeschlagen werden. Am nächsten lag es, die Wirkung von Schleimhautstückchen des Magens von jugendlichen und erwachsenen Thieren auf die Milch zu studiren, wobei mich Herr Professor Lehmann darauf hinwies, dass ja das Labferment, das praktisch in der Käserei verwendet werde, immer aus dem jugendlichen, niemals aus dem älteren Rindermagen gewonnen werde.

Auf gütige Verwendung des Herrn Professors Lehmann wurden mir, als der experimentelle Theil der Arbeit schon abgeschlossen, durch Herrn Dr. J. F. Herz, den Director des milchwirthschaftlichen Instituts in Memmingen, noch eine Reihe Literaturangaben zugänglich. Ich habe sie mit grossem Nutzen verwerthen können und freue mich, auch an dieser Stelle Herrn Dr. J. F. Herz für sein überaus liebenswürdiges Entgegenkommen meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Er verwies mich u. a. auf »v. Klenze (Handbuch der Käsereitechnik, Bremen, 1884, S. 114)«: Die Labmägen sind je nach den individuellen Eigenschaften der Thiere in der Stärke ihrer Wirksamkeit verschieden, so dass einzelne doppelt soviel Milch laben können als andere, ohne dass man einen Grund äusserlich dafür erkennen könnte. Allein diese Verschiedenheiten sind eben durch die sehr variirenden physiologischen Bedingungen in den einzelnen Thieren verursacht. Die Mägen enthalten ihr Maximum an Labferment nur während der

Zeit, als die Thiere sich ausschliesslich von Milch ernähren. Sobald sie anfangen, festes Futter aufzunehmen, nimmt die Menge des Labferments rasch ab und verschwindet bis auf einen kleinen Theil etc.

Schatzmann (Käsereibüchlein, 4. Auflage, Aarau, Bristen 1885, S. 55) stellt folgende Anforderungen an die zur Labbereitung geeigneten Mägen: Sie müssen von Kälbern herrühren, die noch keine feste Nahrung gefressen haben (höchstens 6—7 Wochen alt).

Aehnliche Angaben macht Anderegg (Schule des Schweizerkäsers, 2. Aufl., Bern, Wyss 1893, S. 182). Seiner Bemerkung, dass auch Mägen von Kälbern, die schon 9—12 Monate alt seien, zur Labgerinnung benützt werden, steht Herr Dr. Herz zweifelnd gegenüber: Sehr wenig Schlachtkälber werden in Deutschland älter als 4 Wochen. 9—12 Monate alte Kälber kommen höchstens ausnahmsweise in den Handel.

Planmässige experimentelle Untersuchungen scheinen in dieser Richtung noch nicht angestellt. Ich liess es mir angelegen sein, die mir zugänglichen Jahresberichte genau durchzusehen, fand jedoch nichts, was auf meine Untersuchungen Bezug hätte.

In Virchow's Archiv erschien im Jahre 1884, Band 97 ein Aufsatz, auf den ich zum Schlusse näher eingehen werde.

I. Orientirende Versuche über den Labreichthum der Magenschleimhaut an verschiedenen Stellen derselben.

Ehe ich mich zu meiner eigentlichen Aufgabe wandte, mussten einige Vorversuche gemacht werden, um Aufschluss darüber zu bekommen, ob alle Theile der Magenschleimhaut gleich reichlich Labferment enthielten, oder ob bei den späteren Versuchen Werth darauf zu legen sei, dass jedes Mal die gleiche Stelle der Schleimhaut zur Verwendung komme.

Die Untersuchungen wurden an der Magenschleimhaut geschlachteter Thiere vorgenommen. Soweit es möglich und zweckmässig war, wurde den Verhältnissen Rechnung getragen, wie sie die Milch im Magen lebender Thiere vorfindet. Die Versuche wurden bei Körpertemperatur mit Theilchen frisch abpräparirter

Schleimhaut angestellt. Dies hatte den Vortheil vor einer Extraction der Schleimhaut voraus, dass eine Verdünnung der Milch durch das Extractionsmittel ausgeschlossen war, was bekanntlich den Vorgang der Gerinnung stört.

Die unversehrte Schleimhaut wurde nach einem für die ganze Versuchsreihe bestimmtem Maasse (2 qcm) herausgeschnitten. So erhielt ich immer gleiche Stückchen und eine bessere Garantie für die Genauigkeit der Versuche, als wenn die Schleimhaut erst zerstossen, abgewogen und in verschiedenem Grade eingetrocknet worden wäre. Ausserdem überzeugte ich mich, dass die Gerinnungsgeschwindigkeit der Milch dieselbe war, ob ich nun die Schleimhaut erst zerstossen, oder, wie sie war, verwendet hatte. Zwischen der Herausnahme des Magens und seiner Verarbeitung lag gewöhnlich ein Zeitraum von ½—1 Stunde. Lagen gröbere Massen auf der Schleimhaut, so wurden sie mit gewöhnlichem Wasser abgespült, wobei auf einen möglichst geringen Druck geachtet wurde, um eine Läsion der Schleimhaut zu vermeiden. Schliesslich wurde mit destillirtem Wasser nachgespült. Da der Zucker der Milch bei längerem Stehen eine Umwandlung in Milchsäure erfährt, überzeugte ich mich vor Beginn des Versuchs immer von der amphoteren Reaction der Versuchsmilch. Zu 2 qcm Schleimhaut brachte ich stets 20 ccm Milch.

In den ersten Versuchen wurde die Milch auf dem Wasserbade auf 40° erwärmt, später wurden die Reagensgläschen bei 37° in den Brutschrank gestellt, weil hier die Temperatur längere Zeit gleichmässig erhalten werden konnte.

I. Versuchsreihe am Magen eines 12 Tage alten Kalbes (1. Kalb).

1. Kleine Curvatur.

Zeit	Temp.	Ort	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 5 Min.	40°	Am Blättermagen	Grossflockiges Gerinnsel in der Milch	Nach 5 Min. hat die Gerinnung überall begonnen. Stelle der grössten Coagulationskraft unbestimmt.
» 5 »	»	Ende des I. Drittels	Grossflock. Gerinnsel in grösserer Menge	
» 5 »	»	Ende des II. Drittels	Kleine Gerinnsel, Streifen an der Wand bildend	
» 5 »	»	Am Pylorus	Kleine Gerinnsel, Streifen an der Wand bildend	

Zeit	Temp.	Ort	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 10 Min.	40°	Am Blättermagen	Der ganze Inh. durchsetzt von einz. grossfl. Gerinns.	Geringste Coagulat. am Blättermagen, grösste am Pylorus.
» 10 »	»	Ende des I. Drittels	Der ganze Inhalt eine sehr feste Gerinnungsmasse	
» 10 »	»	Ende des II. Drittels	Der ganze Inhalt eine sehr feste Gerinnungsmasse	
» 10 »	»	Am Pylorus	Ein Serumspiegel auf d. comp. Coagulationssäule	
Nach 25 Min.	40°	Am Blättermagen	Wie nach 10 Min.	Geringste Coagulation am Blättermagen; sie wird kräftiger gegen den Pylorus hin, um hier ihre grösste Intensität zu erreichen.
» 25 »	»	Ende des I. Drittels.	Beginn von Serumaustritt	
» 25 »	»	Ende des II. Drittels	Compakte Coagulationsmassen mit Serumspiegel	
» 25 »	»	Am Pylorus	Eine dicke Serumschicht über der compakten Coagulationssäule	

Gesammtresultat: An der kleinen Curvatur ist die Pars pylorica vor allen anderen Stellen durch ihre Fermentationskraft ausgezeichnet.

2. Grosse Curvatur.

Zeit	Temp.	Ort	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 5 Min.	40°	Am Blättermagen	Grossflockiges Gerinnsel.	Gerinnung nach 5 Min. überall eingetreten. Pylorus und die benachbarte Mucosa wirken am stärksten coagulirend.
» 5 »	»	Ende des I. Drittels	Kleinere Gerinnsel an der Glaswand	
» 5 »	»	Ende des II. Drittels	Wandständige u. d. Milch durchsetzende Gerinnsel	
» 5 »	»	Am Pylorus	Wandständige u. d. Milch durchsetzende Gerinnsel	
Nach 10 Min.	40°	Am Blättermagen	Wie nach 5 Min.	Intensivste Fermentwirkung am Pylorus und dessen Nachbarschaft.
» 10 »	»	Ende des I. Drittels	Weiche, zusammenhäng. Gerinnungsmasse	
» 10 »	»	Ende des II. Drittels	Comp. Gerinnungsmasse	
» 10 »	»	Am Pylorus	» »	

Zeit	Temp.	Ort	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 25 Min.	40°	Am Blättermagen	Gerinnung schreitet fort	Schwächste Coagulation am Blättermagen.
» 25 »	»	Ende des I. Drittels	Gerinnung beend. Serum über der compakten Coagulationsmasse	
» 25 »	»	Ende des II. Drittels	Gerinnung beend. Serumspiegel	
» 25 »	»	Am Pylorus	Gerinnung beend. Serumspiegel	

Gesammtresultat: Die Stelle der besten Labwirkung ist die Pars pylorica

3. Fläche des Magens.

Zeit	Temp.	Ort	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 5 Min.	40°	Am Blättermagen	Gerinnung in voll. Gange.	Nach 5 Min. ist die Gerinnung an allen Stellen im Gange; am Pylorus und zwisch. I. u. II. Drittel ist sie schon vollendet.
» 5 »	»	I. Drittel	Weiche, zusammenhäng. Gerinnungsmasse	
» 5 »	»	II. Drittel	Gerinnung im Gange	
» 5 »	»	III. Drittel	Weiche, zusammenhäng. Gerinnungsmasse	
» 5 »	»	Zwischen I. u. II. Dritt.	Compakte Gerinnung	
» 5 »	»	Zwischen II. u. III. Dritt.	Beginn der Gerinnung	
» 5 »	»	Am Pylorus	Gerinnung vollendet	
Nach 10 Min.	40°	Am Blättermagen	Compakte Coagulation u. Serumspiegel	Nach 10 Min. ist die Gerinnung an allen Stellen vollendet. Am intensivsten gestaltete sie sich in der Pylorusgegend, nicht an ihm selbst, etwas schwäch. am Blättermagen.
» 10 »	»	I. Drittel	Compakte Coagulat. ohne Serumaustritt	
» 10 »	»	II. Drittel	Compakte Coagulat. ohne Serumaustritt	
» 10 »	»	III. Drittel	Compakte Coagulat. ohne Serumaustritt	
» 10 »	»	Zwischen I. u. II. Dritt.	Compakte Coagulat. ohne Serumaustritt	
» 10 »	»	Zwischen II. u. III. Dritt.	Compakte Coagulat. mit dicker Serumschicht	
» 10 »	»	Am Pylorus	Compakte Coagulat. ohne Serumspiegel	

Gesammtresultat: Die Pylorusgegend hat die stärkste Coagulationsintensität.

Resultat der I. Versuchsreihe.

Der Coagulationsprocess gestaltet sich am lebhaftesten an der Regio pylorica. Jedoch machte sich auch hier noch ein Unterschied geltend. An der grossen und kleinen Curvatur, d. h. an den oberen und unteren Partieen erfolgte die Gerinnung langsamer als an den seitlichen. Während sie hier in 10 Minuten vollendet war, entwickelte sich dort die fermentative Kraft erst innerhalb 15 Minuten vollständig.

Da die zweite Versuchsreihe in derselben Weise ausgeführt wurde wie die erste, möge es genügen, die Resultate anzuführen.

II. Versuchsreihe am Magen eines 10 Tage alten Kalbes (Kalb II)

1. Kleine Curvatur.

Resultat nach 10 Minuten: Nur am Pylorus ist die Gerinnung in vollem Gange.

Resultat nach 15 Minuten: An allen Stellen ist die Gerinnung vollendet.

Gesammtresultat: Der Pylorus entfaltet die beste coagulirende Thätigkeit.

2. Grosse Curvatur.

Resultat nach 15 Minuten: Ende des I. Drittels beste Gerinnung.

Resultat nach 20 Minuten: An allen Stellen trat Serum auf; am Blättermagen blieb die Coagulation auf kleine Gerinnsel beschränkt.

Gesammtresultat: Schwächste Fermentwirkung am Blättermagen.

3. Fläche des Magens.

Gesammtresultat: An den Magenflächen war sowohl nach 15 wie nach 20 Minuten kein wesentlicher Unterschied zu bemerken.

Resultat der II. Versuchsreihe.

Die Pylorusgegend besitzt (auf die gleiche Fläche bezogen) die stärkste Labwirkung.

III. Versuchsreihe am Magen eines 2 Jahre alten Hammels (Hammel I).

Auch hier gebe ich nur die Resultate.

Der Versuch wurde nicht zu Ende beobachtet, weil nach einer Stunde überhaupt nirgends Gerinnung eingetreten war. Gegenüber der I. und II. Versuchsreihe zeigt diese eine erhebliche

Differenz, die wohl in dem Alter des Hammels begründet sein dürfte.

Mit um so grösserem Interesse wurden die weiteren Versuche beobachtet, von deren Ergebnissen die Lösung unserer Aufgabe abhing.

II. Vergleichende Bestimmungen der Coagulationskraft der Magenschleimhaut von verschiedenen und verschieden alten Thieren.

Es wurden nun an verschiedenen Tagen unter ausschliesslicher Anwendung der Pylorusmucosa verschiedener jüngerer und älterer Thiere Versuche angestellt. Die Menge der Milch und der Schleimhaut, die Höhe der Temperatur waren bei jedem einzelnen Falle ganz die gleichen, so dass eine sich ergebende Differenz zwischen der Geschwindigkeit der einzelnen Coagulationsprocesse nur auf Rechnung der Altersunterschiede der Thiere gesetzt werden konnte. Jeder Versuch wurde doppelt angestellt. Erschien es im Interesse der Untersuchung geboten, einmal eine höhere Temperatur oder eine grössere Menge Schleimhaut anzuwenden, so wurde dies ausdrücklich bemerkt. Die Gesammtresultate sind immer am Schlusse der Versuchsgruppen angeführt.

(Siehe Versuch 1 und 2 auf Seite 327 und 328.)

An denselben Thieren wurde ein weiterer Versuch angestellt, der die Wirkung einer etwas höheren Temperatur darthun sollte. Die Temperatur schwankte zwischen 46—48 ° C. Es zeigte sich, dass innerhalb 10 Minuten die Gerinnung bei der Ziegenschleimhaut in vollem Gange, nach 15 Minuten vollendet war, dass dagegen das Kalbs- und Rindslab von seiner Fermentationskraft eingebüsst hatte. Weitere Schlüsse kann ich aus der vereinzelten Beobachtung nicht machen.

Zum nächsten Versuche 3 sei die Bemerkung vorausgeschickt, dass das Alter des Kalbes II nicht genau zu ermitteln war. Ueber 3 Wochen war das Thier indessen sicher hinausgekommen. Rind und Schwein waren über 1 Jahr alt.

(Siehe Versuch 3 auf Seite 329.)

Versuch 1.

Zeit	Temperatur	Schleimhaut	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 12 Min	40°	1 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Körner von Casëin in grosser Menge.	Die beste Gerinnung bei der jungen Ziege, die mittlere beim Kalb und die weitaus schlechteste beim Rind.
» 12 »	»	»	Kalb III	18 Tage	Casëin in Flocken, an der Glaswand einen Belag bildend.	
» 12 »	»	»	Rind I	$2^1/_2$ Jahre	Casëin einzelne Klümpchen bildend. Noch viel klare Milch.	
Nach 45 Min.	40°	1 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Casëin fast vollständig ausgefallen.	Nach 45 Min. ist das Resultat gleich geblieben.
» 45 »	»	»	Kalb III	18 Tage	Gerinnsel durchsetzen die ganze Milch.	
» 45 »	»	»	Rind I	$2^1/_2$ Jahre	Kein Fortschritt in der Gerinnung.	
Nach 1 Std.	40°	1 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Die Milch in eine compakte Coagulationsmasse verwandelt.	Während die Gerinnung bei der Ziege vollendet, sogar schon Serum ausgetreten ist, ist sie beim Kalbe ihrem Abschlusse nahe, beim Rinde über den Beginn nicht hinausgekommen.
» 1 »	»	»	Kalb III	18 Tage	Casëin eine weiche, zusammenhängende Coagulationsmasse bildend.	
» 1		»	Rind I	$2^1/_2$ Jahre	Keine weitere Gerinnung.	

Gesammtresultat: Die Schleimhaut der 9 Tage alten Ziege hatte in jedem Zeitpunkte eine intensivere Coagulation hervorgerufen als die des 18 Tage alten Kalbes. Die Coagulationskraft des $2^1/_2$ Jahre alten Rindes lässt sich nicht entfernt vergleichen mit der der jüngeren Thiere, da die Gerinnung in mehr als einer Stunde nicht von statten ging.

Versuch 2.

Zeit	Temperatur	Schleimhaut	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 44 Min.	40°	2 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Caseïn fast vollständig ausgefällt.	
» 44 »	»	»	Kalb III	18 »	Casein in einzelnen dicken Klumpen gefällt.	
» 44 »	»	»	Rind I	2½ Jahre	Keine Gerinnung.	
Nach 54 Min	40°	2 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Milch zu einer weichen, zusammenhängenden Gerinnungsmasse geronnen.	In jedem Zeitpunkte dasselbe Verhältnis wie in Versuch 1.
» 54 »	»	»	Kalb III	18 »	Caseïn fast vollständig gefällt. Dicke Klumpen.	
» 54 »	»	»	Rind I	2½ Jahre	Keine Gerinnung, nur leichter Wandbeschlag.	
Nach 1 Std.	40°	2 qcm	Junge Ziege	9 Tage	Coagulationsmasse compakt.	
» 1 »	»	»	Kalb III	18 »	Klumpen nicht mehr von Milch unterbrochen.	
» 1 »	»	»	Rind I	2½ Jahre	Milch etwas dickflüssig, keine deutliche Gerinnung.	

Gesammtresultat: Die Differenz, welche die grössere Menge Schleimhaut zwischen Versuch 1 und 2 hervorrief, ist nur insofern wichtig, als die Gerinnung in kurzer Zeit eine weit vollständigere war. Wo in einem Falle das Caseïn in Form kleiner Körner ausfällt, bildet es im anderen Falle eine das Reagensglas schon fast vollständig ausfüllende Gerinnselmasse. Wo hier ein Wandbeschlag ist, ist dort ein klumpiger Ausfall. Beim Rind tritt in beiden Fällen keine deutliche Gerinnung ein. Der Abschluss der Gerinnung erfordert im allgemeinen gleiche Zeit. Was aber auch diesem Versuche seine Bedeutung verleiht, ist die darin deutlich zum Ausdruck kommende Stufenreihe der Gerinnungsfähigkeit, die beginnt mit dem Rinde und mit dem jüngsten Thiere, der jungen Ziege aufhört.

Versuch 3.

Zeit	Temp.	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 15 Min.	40°	Kalb IV	3 Wochen	Beginn der Gerinnung.	Nur das Lab der Kalbsschleimhaut war in 15 Min. wirksam.
» 15 »	»	Rind II	1 Jahr	Keine Gerinnung.	
» 15 »	»	Schwein I	1 »	»	
Nach 35 Min	40°	Kalb IV	3 Wochen	Gerinnungsmasse compakt.	Währ. d. Coagulat. an d. Rinds- u. Schweinsschleimh. erst einsetzt, ist sie vom Ferment der Kalbsschleimhaut schon z. End. geführt.
» 35 »	»	Rind II	1 Jahr	Beginn der Gerinnung.	
» 35 »	»	Schwein I	1 »	» »	
Nach 80 Min	40°	Kalb IV	3 Wochen	Ende der Gerinnung, wie nach 35 Min.	Erst nach 1 Std. u. 15. Min. endigt d.Coagulationsproc. b Rinde, beim Schwein dauert er sogar noch fort.
» 80 »	»	Rind II	1 Jahr	Gerinnungsmasse compakt.	
» 80 »	»	Schwein I	1 »	Keine vollkommene Gerinnung.	

Gesammtresultat: Die fermentative Wirkung des Kalblabs coagulirte die Milch in weniger als der Hälfte der Zeit, die die Rindsschleimhaut gebraucht hatte; diese wieder übertraf die Coagulationskraft der Mucosa vom Schweine.

Versuch 4.

Zeit	Temp.	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
Nach 30 Min.	40°	Kalb V	3 Monate	Milch von zahlreichen Gerinnseln durchsetzt.	Die Fermentwirkung d. Ferments vom Rinde kommt der vom Kalbe fast gleich. Die Schweinsmucosa coagulirt am trägsten.
» 20 »	»	Rind III	etwa 10 Mon.	» » » » »	
» 30 »	»	Schwein II	1 Jahr	Beginn der Gerinnung.	
» 55 »	»	Kalb V	3 Monate	Weiche zusammenhängende Gerinnungsmasse	
» 55 »	»	Rind III	10 Monate	Vollkommen compakt geronnene Masse.	
» 55 »	»	Schwein II	1 Jahr	Wie nach 30 Min. zu einig. Klumpen unvollst. ger.	

Gesammtresultat: Da das Kalb V älter war und das Rind III jünger als alle übrigen, schienen sich die Differenzen in der Coagulation auszugleichen. Für die bessere Wirkung des Rindlabs war vielleicht noch der Umstand maassgebend, dass die Mucosa des Rindes frisch abpräparirt in die Milch eingetragen wurde, die des Kalbes aber schon etwa 10 Min. abpräparirt war, bis sie zur Verwendung kam.

Bevor wir zum III. Theile übergehen, seien noch einige Versuche eingeschaltet, die ich nachträglich anstellte, weil ich einige Notizen fand, die nicht dem Pylorus die beste fermentative Kraft vindizirten. Hammarsten (Lehrbuch der physiol. Chemie) findet das Lab »in der neutralen wässerigen Infusion des Labmagens vom Kalb und Schafe, vor allem im Fundustheile«. In der Käserei wird das äusserste Ende des Magens, das vom Pylorus gebildet wird, nach Besana abgeschnitten. Dr. Herz meint indessen, der Pylorustheil komme in erster Linie deswegen nicht zur Verwendung, weil er zu dick sei, um gleichzeitig mit der anderen Schleimhaut trocknen zu können. Die nächsten Versuche sind gleichzeitig auch noch einige Belege für den II. Theil der Arbeit.

Versuch 5.

Zeit	Temperat.	Thier	Stelle des Magens
Nach 9 Minuten	45° C.	Kalb VI, 8 Tage alt	Am Blättermagen
» 5 »	»	do.	In der Mitte
» 2 »	»	do.	Pars pylorica

Gleichzeitig wurde die Schleimhaut des Labmagens eines 1½ Jahre alten Hammels (Hammel II) verarbeitet. Es erfolgte an keiner Stelle innerhalb einer Stunde Gerinnung. Siehe Hammel I.

Versuch 6.

Zeit	Temperat.	Thier	Stelle des Labmagens
Nach 15 Minuten	45° C.	Kalb VII, 10 Tage alt	Am Blättermagen
» 10 »	»	do.	In der Mitte
» 9 »	»	do.	Pars pylorica

Die Mucosa eines einige Monate alten Kalbes brachte innerhalb einer Stunde keine Gerinnung zu Stande.

Resultate: Die Versuche 5 und 6 bestätigen demnach die Ergebnisse der früheren.

III. Versuche an lebenden Thieren über die Raschheit der Milchcoagulation im Magen.

Die bisher gewonnenen Resultate legten den Schluss nahe: War schon bei den Thieren in vitro die Erscheinung in die Augen fallend, dass die Schleimhaut der jüngsten Thiere am kräftigsten und schnellsten coagulirte, so waren wir zu der Hoffnung berechtigt, dass sie sich noch klarer zeigen lasse bei den Thieren in vivo.

Die Versuchsthiere bekamen Milch eingeschüttet, nachdem sie eine Nacht hindurch gehungert hatten. Bei den älteren Thieren wurde die Milch längere Zeit der Einwirkung des Labenzyms ausgesetzt, indem entweder die Zeit zwischen dem Einschütten der Milch und dem Schlachten der Thiere grösser gewählt wurde, oder der Magen nach dem Schlachten entsprechend länger im Körper verblieb. Die Differenz, welche aus diesen beiden Maassnahmen resultirte, kann, wenn sie überhaupt vorhanden, nur ganz unerheblich gewesen sein. Denn die Darm- und Magenperistaltik war bei der Herausnahme des Magens immer noch sehr lebhaft. Ins Gewicht fallend sind allerdings die nicht zu umgehenden Ungenauigkeiten, dass einmal das Alter der Thiere nur annähernd angegeben werden konnte, und dass ferner die Milch nicht quantitativ eingeschüttet wurde --- die Geschicklichkeit der dabei hilfreichen Personen und die Störrigkeit der Thiere sind unberechenbare Factoren. — Noch grösser war der Uebelstand, dass sich im Magen der Thiere öfter grünes Futter vorfand, trotzdem man mir vorher versichert hatte, dass die Thiere nüchtern gelassen worden seien. Die Versuche waren dann natürlich werthlos und wurden nicht verwendet.

Versuch 7.

Milch, eingeschüttet	Thier, geschlachtet	Magen, herausgen.	Coagulationszeit	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
10^{25}	10^{40}	10^{47}	Nach 22 Min.	Hammel III	1 Jahr	Keine Gerinnung.	Das ält. Thier coagul. d. Milch nicht, d. beiden jüng. brachten d. Gerinnung im Verhält. der Einwirkungsdauer des Ferments zu stande, d. h. göss. Dauer entsprach d. mehr comp. Gerinnungsm.
10^{24}	10^{29}	10^{34}	» 10 »	Kalb VIII	16 Tage	Breiige Gerinnungsmassen.	
10^{23}	10^{28}	10^{40}	» 17 »	Kalb IX	14 »	Caseïnbrocken.	

Versuch 8.

Milch, eingeschüttet	Thier, geschlachtet	Magen, herausgen.	Coagulationszeit	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
9^{23}	9^{33}	9^{44}	» 21 »	Kalb X	etwa 2 Mon.	Mageninhalt geronnen.	Die Gerinnung trat bei den Kälbern schnell und ziemlich gleichmässig ein.
9^{30}	9^{40}	9^{56}	» 26 »	Kalb XI	» 2 »	» »	
9^{42}	9^{52}	10^{10}	» 20 »	Kalb XII	» 2 »	Grünl. gef. Flüssigk., in welcher die Gerinnungsmassen suspend.	

Versuch 9.

Milch, eingeschüttet	Thier, geschlachtet	Magen, herausgen.	Coagulationszeit	Thier	Alter	Grad der Gerinnung	Resultat
9^{01}	9^{15}	9^{35}	» 35 »	Hammel IV	über 1 Jahr	Grünl. Flüssigkeit ohne Gerinns.	Die fermentative Wirkung d. Lammes ist viel intensiver als die der älteren Thiere.
9^{02}	9^{12}	9^{30}	» 28 »	Hammel V	» 1 »	Vereinzelte feinflock. Coagula.	
9^{03}	9^{09}		» 6 »	Hammel VI	2—3 Mon.	Flockige Gerinnungsmassen.	

Gesammtresultat aus den Versuchen 5, 6, 7, 8 und 9: Der Nachweis ist auch am lebenden Thiere erbracht, dass die Labwirkung der Magenschleimhaut der älteren Thiere herabgesetzt ist gegenüber der von jüngeren. Der Versuch mit dem Kalbe VIII gelang so gut, dass das Casein, mit seinem Serum aufgefangen, genau die eingeschüttete Milchmenge ergab (1/2 l). Demnach war alle Milch in 10 Min. geronnen. Ich stehe nicht an anzunehmen, dass die Milch im Magen des lebenden Thieres schon viel früher zur Gerinnung gekommen war. Ein Versuch, das Thier 1—2 Min. nach Einnahme der Milch zu beobachten, schlug fehl, weil beim Schlachten durch den Brechakt die ganze Milch wieder entleert wurde.

Endergebnis.

Das Alter ist von wesentlichem Einflusse auf die Gerinnung der Milch im Magen der Thiere. Jüngere Thiere coaguliren die Milch schneller und kräftiger: ältere brauchen zur Erreichung derselben Coagulationsintensität eine längere Zeit.

Eine anatomische oder physiologische Erklärung für diese Thatsache zu geben, ist zur Zeit nicht möglich. Nahe liegt die Erwägung, dass die Hauptzellen des Magens in der Jugend eine lebhaftere Thätigkeit entwickeln als im Alter. Wenn es nun gestattet ist, die Vorgänge im Magen des Menschen in Analogie zu bringen mit denen im Thierkörper, so erscheint unser Ergebnis die verschiedene Bekömmlichkeit der Milch bei Kindern und Erwachsenen doch einigermaassen begreiflich gemacht zu haben. Würde sich nun noch herausstellen, dass die Milch vom Erwachsenen besser ausgenützt wird, wenn man ihr vor dem Genusse eine geringe Menge Labferments zusetzt, so wäre das ein weiterer Beweis dafür, eine wie grosse Rolle dem Labenzym bei der Verdauung der Milch zukommt. Stoffwechseluntersuchungen, die einen werthvollen Beitrag hätten geben können, habe ich angestellt, leider konnten sie äusserer Umstände halber nicht zu Ende geführt werden.

Es sei noch eines Versuches gedacht, den Herr Assistent Dr. Neumann auf Wunsch des Herrn Professors Lehmann an sich auszuführen die Güte hatte. Herr Dr. Neumann verträgt rohe und gekochte Milch sehr schlecht. Er reagirt schon auf 220 ccm mit einer nach 3/4 Stunden sich prompt einstellenden Diarrhöe, während er Sauermilch ganz gut verdaut. Er nahm nun 500 ccm gewöhnliche Milch, die er vorher mit 2 Messerspitzen Lab versetzt und zur Gerinnung gebracht hatte. Nach 3/4 Stunden stellte sich Drängen zum Stuhl ein, das jedoch nicht sehr heftig war und Defäcation nicht im Gefolge hatte. Diese trat erst 3 bis 4 Stunden nachher ein. Fiel der Versuch auch nicht ganz nach Wunsch aus, spricht er doch etwas für die wichtige Bedeutung des Labzusatzes.

Literatur.

Zum Schlusse erlaube ich mir auf die einzige mir bekannt gewordene Arbeit hinzuweisen, die für unsere Aufgabe Werth hat: »Schumburg, Ueber das Vorkommen des Labferments im Magen des Menschen«. Virchow's Archiv 1884, Band 97. Der Verfasser bemerkt unter anderm: »Von den Neugeborenen ging ich zur Untersuchung der Magenschleimhaut der Erwachsenen über und stellte schliesslich diese in den Vordergrund, nachdem ich mich von dem viel reichlicheren Fermentgehalt dieser gegenüber dem Neugeborenen überzeugt hatte.«

Bei dem absoluten Widerspruche Schumburg's mit dem Resultate, das unsere Versuche klar ergaben, erschien es mir geboten, genauer Schumburg's Material anzusehen. Die Versuche, durch welche sich Schumburg die oben citirte Ueberzeugung verschafft hatte, sind im wesentlichen folgende.

Schumburg's Versuche am Menschen haben sehr unregelmässige Resultate ergeben. Er arbeitete mit schwach salzsauren Auszügen aus der abgeschabten Magenschleimhaut von Leichen aus dem pathologischen Institut, die durchschnittlich seit dem Tode 24 Stunden gelagert hatten. Während man die Auszüge aus der Schleimhaut der Mägen von 15 Erwachsenen in 1½ bis 32 Minuten Gerinnung auslösten, bedingten die aus 19 anderen Mägen Erwachsener gewonnenen Auszüge gar keine Wirkung. Also schon beim Erwachsenen sehr wechselnder Erfolg.

Die Untersuchungen an jungen Kindern beziehen sich auf 10 Fälle.

Die Magenextracte brachten Coagulation hervor in 5 Fällen und zwar in:

1 Std. 04 Min.; 4 Std. 30 Min.; 2 Std. 40 Min.;
5 Std. 30 Min.; 3 Std.

Die übrigen Versuche ergaben ein total negatives Resultat.

Da ich nun meine Versuche an gesunden Thieren mit stets regelmässigem Resultate ansteilte, so kann ich vorläufig aus diesen Beobachtungen Schumburg's an den meist nicht frischen und zum Theil pathologischen Mägen des Menschen keinen

Einwand gegen meine Ergebnisse finden. Es werden weitere Versuche am gesunden Menschen nöthig sein, um Schumburg's Ansicht zu beweisen und damit darzuthun, dass sich Mensch und Kind in der Abhängigkeit der Labbildung vom Alter entgegengesetzt verhielten.

Zum Schlusse erfülle ich gerne die angenehme Pflicht Herrn Professor Dr. K. B. Lehmann für die gütige Ueberlassung des Themas, sowie für das rege Interesse und die umfassende Unterstützung, die er mir bei Anfertigung der Arbeit hat zu Theil werden lassen, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Ueber

chronische Vergiftungen mit Steinkohlentheerbenzin; vier Todesfälle.

Nach klinischen und pathologisch-anatomischen Beobachtungen mehrerer Collegen und mit beleuchtenden Thierexperimenten.

Zusammengestellt von

C. G. Santesson,

Professor der Pharmakologie in Stockholm.

Einleitung.

Obgleich das Steinkohlentheerbenzin in Fabriken mehrerer Art, besonders als Lösungsmittel für Kautschuk, eine weitverbreitete Anwendung gefunden hat, sind meines Wissens schwere Vergiftungsfälle mit diesem Körper nur selten und ganz vereinzelt beobachtet worden. Man hat überhaupt den Eindruck bekommen, als ob diese Art von Benzin nur sehr wenig giftig, und ihre Anwendung in der Industrie wohl kaum mit Gefahr verbunden sei. Die Erfahrungen, über welche ich durch das gütige Entgegenkommen einiger Collegen hier zu berichten Gelegenheit habe, sprechen jedoch entschieden dafür, dass das betreffende Benzin unter Umständen sehr schädlich, ja sogar tödtlich wirken kann, und dass dabei eben das Benzol selbst aller Wahrscheinlichkeit nach das wesentlich toxische Princip gewesen ist.

Das Charakteristischste bei den hier zu erwähnenden Fällen ist das oft späte, dabei aber nicht selten relativ acute Auftreten der Symptome, sowie die hervorragende Stellung, welche Blutungen in den verschiedensten Organen und Geweben unter diesen Symptomen einnehmen.

Das Benzol gehört zu den Giften[1]), welche die Blutkörperchen auflösen; dabei färbt sich das Blut ziegelroth. Bei Warmblütern rufen 6—10 ccm unregelmässige Athmung, Kleinheit des Pulses, Zuckungen und Zittern hervor. Das Gift verbleibt lange im Körper, wird langsam oxydirt und geht als Phenolschwefelsäure in den Harn über.

Bei Menschen traten nach Verschlucken grösserer Mengen (9—12 g) Erbrechen, Benommenheit, schwankender Gang, benzolriechendes Aufstossen, Bewusstlosigkeit, Kleinheit und Beschleunigung des Pulses, wie Reactionslosigkeit der Pupillen ein; in einem Falle wurde nach ca. vier Stunden Delirium beobachtet.

Nach längerer Einathmung von Benzol zu therapeutischen Zwecken wurden die Patienten von Brausen im Kopfe, Muskelzuckungen und Dyspnoe befallen.

Beim Reinigen von Gegenständen mit Benzin kamen bisweilen Kopfschmerzen, Schwindel und Delirien vor. In Fabriken haben Benzoldämpfe sogar plötzlichen Tod hervorgerufen. Ein Arbeiter, der in ein mit solchen Dämpfen angefülltes Zimmer eingetreten war und schnell wieder hinauslief, taumelte, fiel um und starb. Bei der Section fand man: Röthung der Schleimhaut der Luftwege, blutigen Schaum zwischen den Lippen, im Kehlkopf und der Luftröhre, Lungenödem, venöse Stase, Blutaustritte im Brustfell und auf der Darmschleimhaut.[2]) — Die Blutungen sind wohl in diesem Falle einfach als Folgen der schnellen Erstickung aufzufassen.

In einem anderen Fall dagegen, über den Kelynack[3]) berichtet und wobei, wie ich sicher glaube, auch Steinkohlentheerbenzin die Vergiftung verursachte, kann man die Blutungen nicht auf diese Art erklären.

Ein 26jähriges Weib hatte Benzin getrunken und etwa 30 g bei sich behalten. Es lag comatös, etwas cyanotisch da, roch stark nach Benzin und starb nach 12¾ Stunden — trotz energischer Stimmulation — an Herzlähmung. Die Section (24 Stunden

1) Vergl. z. B. Lewin, Lehrb. d. Toxicologie, 2. Aufl., 1897, S. 203 ff.
2) Sury-Bienz, Vierteljahrschr. f. ger. Med., 1888, Bd. 49, S. 138.
3) Kelynack, Gaz. méd. de Paris, 1893, S. 541.

post mort.) ergab: Geruch der Organe theils nach Anilin, theils nach Leuchtgas. Starke allgemeine Blutcongestion. In den Bronchien an vielen Stellen kleine, unregelmässige Blutungen. Herzblut dunkel braunroth. In der Ventrikelschleimhaut geringe Hyperämie und einige Blutungen, ihre Zahl und Grösse jedoch nicht bedeutender, als wie man sie bei Sectionen auch ohne Vergiftung nicht selten antrifft (?) Im Jejunum an zahlreichen Stellen Blutungen auf der Höhe der Valveln. In der Mitte des Ileums eine Plaque mit gräulich verfärbter Schleimhaut, von einem Wall blutigen Gewebes umgeben. — Der Harn riecht stark nach Benzin (oder Anilin?) — Anilin konnte aber weder im Harn noch in dem intra vitam bei Magenspülung heraufbeförderten Ventrikelinhalte nachgewiesen werden. Der Harn enthielt übrigens Albumin und zahlreiche celluläre Elemente. Im Blute wurde spectroskopisch nur Oxihämoglobin, kein Methämoglobin gefunden.

Die Patientin hatte das Benzin von einer Person bekommen die mit Anilin beschäftigt war und das Benzin dazu benutzte, um Flecken aus den Kleidern zu entfernen. Benzin von ganz derselben Art wurde genau chemisch untersucht. Bei fractionirter Destillation begann ein Theil bei 80 ° C. überzugehen, und bei 80,6 ° C. war beinahe die ganze Menge überdestillirt. Eine ganz geringe Quantität einer schwefelhaltigen Substanz blieb zurück — nicht mehr, als man gewöhnlich in »benzine la plus rectifiée« findet.

Besonders wenn man den Kochpunkt berücksichtigt, erleidet es wohl keinen Zweifel, dass es sich hier um Steinkohlentheerbenzin — sogar um ziemlich reines Benzol handelte. Ein Verdacht, dass eben der genossenen Benzinportion — trotz dem negativen Untersuchungsresultate — Anilin beigemengt gewesen war, könnte vielleicht noch erhoben werden. Die Blutungen im Digestionscanal sind wohl wahrscheinlich als Effecte einer massenhaften Localwirkung des reichlich getrunkenen Benzins aufzufassen. Die Bronchialblutungen sind eher als specifische Giftwirkungen anzusehen.

Die Frage nach der Art des Benzins — ob Steinkohlentheerbenzin oder Petroleumbenzin — ist von grosser Bedeutung, denn

auch die letzterwähnte Sorte kann Blutungen hervorrufen. So erzählt Korschenewski,[1] dass zuweilen bei den Bohrungen nach Naphta in Baku schwere, tödtliche, acute Vergiftungsfälle mit Blutungen vorkommen.

Ein junger, kräftiger Mann hatte den ganzen Tag an der Hemmung der gewaltigen Fluth eines Naphtabrunnens gearbeitet. Gegen Abend fühlte er sich etwas schwach, wurde in die Stadt geführt. Am nächsten Morgen Bluthusten, es wurde schwarzes theerähnliches Blut, welches in der Luft nicht roth wurde, heraufbefördert. Gegen Mittag Icterus und Hæmatemetis; abends traten an mehreren Körpertheilen Hautblutungen auf. Bewusstlos; starke Delirien. Starb am nächsten Abend.

Hier dominiren offenbar die Blutungen weit mehr als in den Fällen von acuter Vergiftung durch Steinkohlentheerbenzin.

Ueber chronische Gesundheitsstörungen durch Benzol oder Steinkohlentheerbenzin habe ich in der Litteratur nur einige Worte im Handbuch der Hygiene[2]) finden können. Arbeiter, welche lange Zeit mit Benzin (zur Auflösung von Kautschuk, also wahrscheinlich Steinkohlentheerbenzin) sich beschäftigt haben, zeigen bisweilen psychische Symptome mit Excitation, rauschähnlichem Zustande, Sinnesstörungen und Hallucinationen. Von Blutungen ist nicht die Rede. — Im übrigen wird angegeben, dass das Benzin meistens nicht die Gesundheit schädigt; Krankheitsfälle gehören zu den Seltenheiten. Die Arbeiter vertragen lange ganz gut die Einwirkung dieses Körpers, da sie gewöhnlich nur mit sehr verdünnten Dämpfen in Berührung kommen. Für gute Ventilation muss jedoch immer gesorgt werden.

Cap. I. Vergiftungsfälle.

Pathologisch-anatomische und chemische Untersuchung.

Da also die chronische Benzolvergiftung sehr wenig bekannt zu sein scheint, muss ein Bericht über mehrere Fälle dieser Art ein nicht geringes sowohl praktisches als theoretisches Interesse beanspruchen können.

1) Korschenewski, Wratsch, 1887, Nr. 17, S. 350—353.

2) Handbuch der Hygiene, Gewerbehygiene, Th. II, Abth. 3. Hygiene der chemischen Grossindustrie, Bd. 8, Lief. 4, S. 884.

Die Vergiftungen kamen in den Jahren 1895 und 1896 unter Arbeiterinnen in einer Fabrik für Darstellung von Velocipedringen in Upsala vor. In dieser Fabrik wurde in grossem Maassstab eine Lösung von Kautschuk in rohem Steinkohlentheerbenzin benutzt. Bei der Arbeit kamen die Weiber mit der Kautschuklösung nicht in directe Berührung. Die gallertartige Kautschukbenzinmischung wurde mit einem Pinsel aufgestrichen. Dagegen war die Zimmerluft von Benzindämpfen mehr oder weniger stark angefüllt.

Nach mündlichen Mittheilungen von Dr. Allard hat eine intelligente Arbeiterin, die später selbst krank wurde, ihm erzählt, dass bei einigen ihrer Kameradinnen das Benzin eine Art Rausch — Heiterkeit und unaufhörliches Schwatzen — hervorrief, bei anderen dagegen Abgeschlagenheit und Benommenheit; Kopfweh war recht gewöhnlich, so auch Erbrechen. Bei Aufenthalt im Kautschuklager erfuhr sie ein Gefühl von Trockenheit und Brennen im Mund und Schlund sowie Uebelkeit. — Bisweilen — z. B. im Mai und zum Theil im Juni 1896 — war die Arbeit in hohem Grade forcirt: sie fingen um 5—6 Uhr morgens an und hörten mehrmals erst um 11 Uhr abends auf. (Angabe von Bolin). Während und kurz nach dieser Periode traten eben die schlimmsten Vergiftungsfälle auf.

Ich lasse jetzt die mir gütigst zu Verfügung gestellten Krankengeschichten folgen — zuerst die vier tödtlichen Fälle dann die übrigen.

I. Tödtlich verlaufende Fälle.

1. Ingeborg K., 18 Jahre, kräftig und gut genährt, arbeitete im Frühling 1895 etwa 3 Wochen in der Fabrik, täglich 10—12 Stunden oder mehr. Fühlte dabei Schwindel und Uebelkeit; bisweilen wurde sie von Erbrechen befallen. Sie wurde matt und bleich, hörte daher bald mit der Arbeit auf. Kurz nachher wurden Flecken (Blutungen) in der Haut beobachtet.

Anfang Mai, als Dr. Bolin die Patientin zum ersten Mal sah, lag sie zu Bett unter Fieber (ca. 39° C), Puls etwa 120 in der Minute. Ueber einen grossen Theil des Körpers, am meisten an den Extremitäten, zahlreiche Petechien, stecknadelkopf- bis erbsengross, theils lebhaft roth, theils dunkelbraun, theils auch an den Armen und Beinen nahezu schwarz; dazu noch einzelne grössere (bis hühnereigrosse Sugillationen. Keine Blutung

aus der Nase oder von anderen Schleimhäuten. Die Gingiva ulcerirt, von scorbutischem Aussehen. Harn frei von Eiweiss. — Subjective Symptome: grosse Mattigkeit, Schmerzen bei der Defäcation, übrigens Unruhe, Angstgefühl (Todesahnungen).

Während der nächsten Woche wurde der Zustand nur ganz allmählich schlimmer, bis die Patientin am 10. V. ziemlich unerwartet unter Zeichen der Herzparalyse starb.

Section am 12. V., von Laborator A. Vestberg ausgeführt:

Hautfarbe bleich, nicht icterisch. Leichenhypostase. Zahlreiche Petechien an Kinn, Hals, Brust, Extremitäten. Grössere Sugillationen, besonders am rechten Arm, in der linken Inguinalregion und am linken Oberschenkel; (Blut war in die Haut sowie in den Panniculus adiposus ausgetreten). Die Gingiva aufgelockert, nahezu schwarz, etwas angeschwollen. Leichenemphysem Leichenstarre kaum vorhanden. Gelindes Oedem der Labia majora und des rechten Labium minus.

Bauchhöhle enthielt 100 ccm Transsudat.

Herz: Petechien am Epicardium. Starke cadaveröse Veränderungen.

Lungen, Trachea und Larynx: Nur cadaveröse Veränderungen.

Milz: Mässig vergrössert, cadaverös.

Nieren: Rindenschicht schmutzig rothgrau, beinahe zerfliessend.

Därme: Ein paar erbsengrosse Blutungen in der Submucosa. — Rectum: 2 erbsengrosse Ulcerationen, dicht oberhalb der Analöffnung. Uterus: Schleimhaut der Corpus aufgelockert, seine Cavität von einem Blutcoagel ausgefüllt.

Aorta eng. (Mittheilung von E. Bolin.)

2. Erika A., 20 Jahre. Arbeitete in der Fabrik vom Februar 1896 an etwa 4 Monate nur mit Unterbrechung von einer Woche, da sie an wiederholtem Erbrechen und Schmerzen im Zahnfleisch litt. Mitte Juni hörte sie mit der Arbeit auf. Sie hatte dann bereits seit 1—2 Wochen kleine Hautblutungen, war sehr matt, dann und wann wiederholtes Erbrechen.

Am 16. Juni besuchte sie eine Poliklinik, wo die Hautblutungen constatirt wurden.

Am 20. VI. machte sie wieder einen Besuch in der Fabrik, wurde aber nach der Heimkehr von Bluterbrechen befallen. Dieses Symptom dauerte am folgenden Tage fort und dazu kamen noch schwere Blutungen aus der Nase und vom Zahnfleisch. (Keine Uterinblutung). Keine Schmerzen, nur äusserst matt. Starb am 23. VI.

Section wurde nicht ausgeführt. (E. Bolin.)

3. Gerda K., 19 Jahre, tuberculös, immer ziemlich schwach; menstruirte (wie eine Schwester) regelmässig jede dritte Woche recht reichlich. Arbeitete in der Fabrik von Ende März 1896 bis zur Johanniszeit, wo sie nebst mehreren Kameradinnen nach dem unglücklichen Verlauf des vorigen Falles (2) entlassen wurde. Zu ihrem Entschluss abzugehen, trug auch der Umstand bei, dass sie damals — seit wann konnte sie nicht näher angeben — einen bläulichen Flecken von 2 cm Diameter an dem einen Knie entdeckt hatte

und sich etwas müde fühlte. — Zu Johanniszeit hatte sie ihre Menstruation. Drei Wochen später, etwa am 12. VII. — also zu rechter Zeit — stellten sich reichliche, dauernde Uterinblutungen ein, gegen welche Hydrastininhydrochloric. (0,02 g 3mal täglich) ohne Effect versucht wurde. — Am 19. VII. wurde sie von Dr Bolin zum ersten Mal untersucht: sie war äusserst anämisch; wurde sofort am Abend desselben Tages in das Academische Krankenhaus gebracht.

Im Spital wurde über ihren Zustand notirt: Ausserordentlich anämisch und wachsbleich, mit zahlreichen, kleinen Hautblutungen. Erbrechen und Dyspnoe. Vagina und Cervix von Blutcoagula vollgestopft Die Cervix liess einen Finger durch. Die Blutkuchen wurden herausbefördert. Der Uterus wurde mit Ferropyrin (18%) touchirt, die Vagina tamponirt, der Kopf niedrig gehalten; subcutane Kochsalzinfusion (1 Liter); die Beine mit Flanellbinden umwickelt. — Am folgenden Tage wurde die Tamponade gewechselt; in der Cervix wieder ein Blutcoagel. Der Uterus wurde nach Ferropyrinbehandlung mit Jodoform-Tanningaze tamponirt. — Ausserdem Secale- und Campher-Injectionen. Die Blutuntersuchung zeigte 600000 rothe Blutkörperchen in 1 cbmm und 20% Hämoglobin (Fleischl.) Die Zahl der weissen Blutkörperchen nicht gesteigert. — Die herausgeförderten Blutcoagula wurden genau untersucht, enthielten kein Ei oder Eireste. Ueber den Harn wurde nichts notirt. — Starb am 23. VII.

Section wurde den 24. VII. im pathologischen Institut der Universität Upsala vom Assistenten A. Pettersson ausgeführt (allgem. Journal Nr. 64).

Der Körper von gewöhnlicher Länge, ziemlich gracil gebaut, mit schwach entwickelter Muskulatur und einer mittleren Menge von Panniculus adiposus subcutaneus.

Farbe der Haut und der sichtbaren Schleimhäute bleich; Leichenflecke blass. Hier und da, besonders reichlich an der rechten Gesichtshälfte, hanfkorngrosse und etwas kleinere cutane Blutungen. Ausserdem einzelne Zweimarkstück- bis nahezu handgrosse, diffus begrenzte Blutungen des Unterhautgewebes; zum Theil greifen sie auch auf die unterliegende Muskulatur über. (In wie weit einige oder sogar alle diese grösseren Blutungen durch die Injectionen hervorgebracht worden waren, lässt sich nicht mehr entscheiden). — Subcutanes Fettgewebe ziemlich fest, schwefelgelb; Muskulatur trocken, braunroth.

Die Menge der Cerebrospinalflüssigkeit etwas gesteigert; Pia ödematös. Gehirn bleich.

Zwischen den Darmschlingen und im kleinen Becken 3—400 ccm braunes, nahezu theerähnliches, nicht coagulirtes Blut. Serosa überall bleich, glatt und glänzend, ohne makroskopisch sichtbare Blutungen.

Pleurae normal, ebenso Pericard. parietale. — Das Herz von gewöhnlicher Grösse; links vorn sowie über die ganze Hinterseite dicht gestreute, bis stecknadelkopfgrosse Blutungen im Pericard und in der unterliegenden Muskulatur. Diese äusserst schlaff und weich; Schnittfläche graugelb, etwas trocken, mit injicirten (dilatirten) Gefässen und hier und da kleineren Blutungen. Endocardium glatt, graugelb, stellenweise gelb getiegert; auch hier mehrere kleine Blutungen. Im Herzen einige kleine Coageln.

Lungen ödematös; in der einen Spitze ein wallnussgrosser indurirter Herd; im unteren Lappen der anderen Lunge eine kleine, verkalkte Partie.

Bronchial-, Submaxillar- und Halsdrüsen geschwollen, mit käsigen Partieen.

Milz klein (9,5 × 5 × 1,5 cm), schlaff, bleich.

Nieren auch etwas klein (11 × 5,5 × 3 sowie 10 × 6 × 2,5 cm). Schnittfläche in gelindem Grade anschwellend, gleichmässig gelbgrau, etwas trocken; Zeichnung undeutlich. Rinde 5 mm im Durchmesser. An einigen Stellen in der Rinde sowie an den Basen der Pyramiden einige injicirte, scharf hervortretende Gefässe. Die Kapsel löst sich mit gewöhnlicher Leichtigkeit ab.

Leber: Grösse normal, Consistenz recht weich. Schnittfläche diffus gelbgrau; Zeichnung der Acini recht deutlich. An einigen Stellen sind die Peripherien der Acini mehr rein gelb gefärbt als die Centra. Beim Einschneiden mässiger Fettbeschlag am Messer.

Ventrikel: Chronische mucöse Gastritis; keine Blutungen. Schleimhaut im unteren Theil des Ileum geröthet. Darminhalt hier und im Coecum klebrig, braun. Därme sonst bleich, zeigen nichts Bemerkenswerthes. — Das pararectale Bindegewebe lebhaft blutinbibirt.

Vagina und Uterus tamponirt. — Vaginalschleimhaut beinahe überall mit schwarzbraunen, leicht ablösbaren Krusten belegt, zeigt sich nach Entfernung derselben etwas rauh, ein wenig geröthet, mit kleinen Blutungen. — Der Uterus misst 7,5 cm (davon Cervix 3 cm). Die Cavität ein wenig erweitert; Schleimhaut stark injicirt, zeigt dicht gestreute, punktförmige Blutungen. Hier und da lose adhärirende, gelbgraue bis rothbraune Fetzen.

Ovarien schwach vergrössert, weich und blass. Im rechten eine haselnussgrosse, durch eine Membran begrenzte, frische Blutung; im linken ein etwas älterer Blutherd von der Grösse einer braunen Bohne.

Knochenmark im ganzen von gewöhnlicher Consistenz und Farbe, von hanfkorngrossen und kleineren Blutungen reichlich durchzogen.

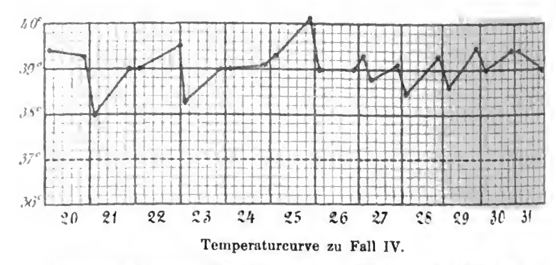
Mehrere Organe wurden für spätere Untersuchung aufbewahrt (siehe unten S. 349 u. folg.).

Krankengeschichte von E. Bolin. Mehrere interessante Angaben der Anamnese und Krankengeschichte dieses Falles sowie den Auszug aus dem Obductionsbericht verdanke ich der Assistentin am pathol. Institut in Upsala, Frl. A. Dahlström.

4. Thekla J., 19 J., fing die Arbeit in der Fabrik am 1. April 1896 an, wurde am 23. Juli nebst den übrigen Arbeiterinnen entlassen. Schon im Anfang ihres Aufenthaltes in der Fabrik fühlte sie Schwindel und Excitation, nachher Schläfrigkeit. Sie wurde immer magerer und bleicher. Ende Juni, nachdem sie sich eine Zeit besonders matt gefühlt hatte, bemerkte sie zuerst an den Armen und Beinen theils kleine, stecknadelkopf- bis linsengrosse, lebhaft rothe Petechien, theils tiefer gelegene, bis eigrosse, zuerst blaue, dann gelbgrüne Sugillationen. Keine Unterleibs- oder Nasenblutungen, auch keine Beschwerde von Seiten der Digestionsorgane.

Am 30. 7. 1896 wurde die Patientin im Academischen Krankenhaus von Dr. Allard näher untersucht; über den Befund hat er folgendes mitgetheilt: Die Patientin sieht chlorotisch aus; Lippen und Haut etwas cyanotisch. Zahnfleisch normal. Bauch und Mammae virginal. Ausser den erwähnten Blutungen sind an den Beinen grosse Büschel von feinen cutanen Venen zu sehen. Starkes »bruit de diable«. Herz und Leber ohne Bemerkung. Milzdämpfung vielleicht grösser als normal; das Organ jedoch nicht palpabel. Keine Paraesthesien oder Anaesthesien, Paresen oder Lähmungen.

Die Bluntuntersuchung ergab: Rothe Blutkörperchen 3 764 400 im Cubikmillimeter. Haemoglobingehalt = 80 (Fleischl). Bei der mikroskopischen Untersuchung fiel die grosse Armuth an weissen Blutkörperchen auf, während man überall im Gesichtsfeld stark lichtbrechende Körner, wahrscheinlich von zerfallenen Leucocyten stammend, beobachtete. Die Probe wurde von dem mit Spiritus gewaschenen Daumen genommen, der Bluttropfen trat ohne Druck heraus, wurde sofort auf die ebenfalls mit



Temperaturcurve zu Fall IV.

(Die untenstehenden Ziffern bezeichnen das Datum im August 1896.)

Spiritus abgewischten Gläser gebracht und unmittelbar mikroskopisch untersucht. Die rothen Blutkörperchen waren dabei unverändert, die Zahl der Mikrocyten kam etwas gesteigert vor, sonst nichts Bemerkenswerthes. Beim Versuch mit Toma-Zeiss' Apparat (gradirt 1 : 11 mit $^1/_3\,^0/_0$ Essigsäure) die Leucocyten zu zählen, waren in den quadratischen Feldern überhaupt keine solchen, dagegen reichliche Zerfallsproducte, zu sehen. – An den Rändern des Tropfens kamen einige wenige, etwa 5—10 Leucocyten vor. — Der Harn wurde nicht untersucht. — Verordnet wurde: Eisen.

Die ersten zwei Wochen im August war die Patientin noch auf, musste aber nachher wegen zunehmender Mattigkeit das Bett aufsuchen. Vom 17. 8. wurde sie von Dr. Bolin behandelt. Er fand sie äusserst bleich, fiebernd, mit beschleunigtem Puls — über 100 in der Minute. Die Menstrualblutung, zu rechter Zeit eingetreten, dauerte abnorm lange fort, hörte nach Gebrauch von Hydrastinin allmählich auf. Das Verhalten der Körpertemperatur geht aus obenstehender Curve hervor.

Puls fortwährend etwas über 100 in 1 Minute. Harn eiweissfrei. Patientin immerfort unruhig, schlief schlecht. Sonst keine auffallenden Symptome. Wurde allmählich schwächer und starb am 3. September. — Section wurde nicht gestattet. (Krankengeschichte von E. Bollin und H. Allard.)

II. Nicht tödtlich verlaufende Fälle.

5. Die folgende Krankengeschichte ist von Herrn Professor Dr. O V. Peterson in Upsala gütigst mitgetheilt worden.

Fräulein E., 20 J., hatte nur etwa 1 Woche in der Fabrik gearbeitet. Bei der Darstellung von Kautschukringen hatte sie Benzin benutzt, und das Zimmer roch stark nach Benzin. Schon nach einigen Tagen wurde sie auffallend matt und verlor ganz die Esslust. Plötzlich trat auch ein »Ausschlag« (Blutungen) an Händen und Füssen auf. Fürchtend »blutvergiftet« zu sein, besuchte sie im März 1896 Prof. P. Ihr Allgemeinbefinden war damals recht schlecht: sie fühlte sich sehr matt, litt an Schwindel und Herzklopfen. Der »Ausschlag« war blauroth, ein wenig über die umgebende Hautoberfläche gehoben, bestand aus hanfkorn- bis bohnengrossen Flecken, welche von Blutaustritt in und unter der Epidermis (Purpura) bedingt waren. Sie waren nicht empfindlich, verschwanden nicht bei Druck. Sie fanden sich sowohl am Handrücken als in der vola manus, weiter zerstreut an den Unterschenkeln und Füssen. Auch im Gesicht war der Ausschlag aufgetreten und zeigte besonders an der Stirn Neigung zu confluiren, dieser ein livides, cyanotisches Aussehen verleihend. Weder Fieber noch Erbrechen; auch keine Blutung von Mund, Nase oder sonstigen sichtbaren Schleimhäuten

Da die Patientin selbst der Ansicht war, dass ihre Krankheit von der Arbeit in der Fabrik herkam, wurde ihr angerathen, sofort damit aufzuhören. Verordnet wurde im Uebrigen Chinin und Bettlage.

Ein paar Tage später hatte sich ihr Allgemeinzustand etwas gebessert; Mattigkeit und Schwindel waren nicht so schlimm. Kriebeln und Taubsein machten sich an Händen und Füssen bemerkbar. Die Purpuraflecken kamen mehr ausgebreitet vor und waren hie und da zu grösseren Echymosen zusammengeflossen, womit sowohl Rücken als Brust besetzt waren. Keine Blutung aus Nase, Mundhöhle oder Darm.

Nach einer Woche im Bett waren die Blutflecken abgeblasst, die Haut nahm allmählich ihre natürliche Farbe an und nach etwa 14 Tagen war die Patientin wieder gesund. Sie wurde nachher noch 4 Wochen mit Eisen behandelt. Hat sich dann nicht mehr gezeigt.

6. Wira A., 16 J., arbeitete in der Fabrik von Ende Februar bis eine Woche vor dem Johannistag 1896. Fühlte sich zuletzt matt und schwach. Am ersten Tag, nachdem sie die Arbeit aufgegeben hatte, entdeckte sie einen grossen und viele kleine »Flecken« (Blutungen) am linken Arm; auch blutete das Zahnfleisch. (Bolin).

7. Anna E., 15 J., hatte von Ende April bis 23. 7. 1896 in der Fabrik gearbeitet. Fühlte sich dabei matt und schwindelig. Anfangs Juli traten zuerst an den Beinen büschelförmig geordnete feine Adern (Venectasien),

kurz nachher stecknadelkopfgrosse Petechien auf; bald folgten auch solche an den Armen. Keine Nasen- oder Uterinblutungen, auch keine Störungen vom Digestionscanal aus

Am 30. 7. wurde die Patientin von Dr. Allard untersucht. Sie hatte ein gesundes Aussehen mit rothen Wangen. Die Petechien noch vorhanden. Von inneren Organen nichts Bemerkenswerthes.

Blutuntersuchung: Rothe Blutkörperchen 4 040 000; Haemoglobingehalt 95 à 100. Die Leucocyten schienen auch hier etwas sparsam vorzukommen; Zerfallsproducte solcher Zellen wurden recht häufig beobachtet. Die Zählung der Leucocyten ergab jedoch in einer Probe 8 000 in 1 cmm. — Die Patientin wurde nachher vollkommen gesund. (Bolin, Allard.)

8. Maria P., 17 J., hatte fast zwei Monate in der Fabrik gearbeitet. Zur Johanniszeit 1896 hörte sie damit auf, da sie sich etwas schwächlich fühlte. Kleine Blutungen an den Armen traten erst einige Tage später auf. Am 30. 8. wurde die Patientin von Dr. Bolin untersucht. Sie war dabei etwas anämisch und zeigte eine geringe Anzahl alter (braungelber) kleiner Flecken an Armen und Beinen. (Bolin.)

(Noch ein Fall, Nr. 9, wird unten angeführt.)

Die übrigen 3 bis 4 Mädchen, welche in der Velocipedringfabrik beschäftigt gewesen waren, hatten vielleicht anfangs an Schwindel und Uebelkeit gelitten, aber sonst keine Krankheitssymptome, wenigstens keine Blutungen, gezeigt. (Bolin.)

Nach dem ersten Todesfalle (Fall 1, gest. am 10. V. 1895) ist die Fabrik in ein anderes, etwas besseres Lokal verlegt. Nach 23. VII. 1896 sind sämmtliche Mädchen durch männliche Arbeiter ersetzt. Gleichzeitig wurde auch das Arbeitslokal doppelt grösser gebaut und die Ventilation bedeutend verbessert. Bei einem Besuch (Mai 1897) fand ich den Benzingeruch schwach, die Luft recht gut. Keine ernsten Krankheitsfälle sind unter den männlichen Arbeitern vorgekommen. Dr. Allard hat mir jedoch mitgetheilt, dass auch unter diesen Kopfweh, Benommenheit und Erbrechen aufgetreten sind; kleine Blutungen kamen auch anfangs, während noch eine schlechte Benzinsorte benutzt wurde, vereinzelt vor.

Sämmtliche Arbeiterinnen — es waren 11 oder 12 gleichzeitig beschäftigt — litten wenigstens zeitweilig an Uebelkeit und Schwindelgefühl, die meisten auch an Kopfweh und Erbrechen. Einige wurden munter und berauscht, andere abgeschlagen und benommen. Bei 9 traten Hautblutungen auf; in einem Falle (Nr. 2) ausserdem Bluterbrechen, Nasen- und Zahnfleischblutungen.

Blutung am letzteren Orte kam auch in Fall 6 vor; in Fall 1 war das Zahnfleisch scorbutähnlich angegriffen; in Nr. 2 war dieser Körpertheil der Sitz besonderer Schmerzen. Uterinblutungen waren in Fall 3 die wesentliche Todesursache; in Nr. 4 kamen solche als prolongirte Menstruation vor.

Die Hautblutungen traten meistens zuerst an den Extremitäten auf und in den leichteren Fällen waren sie darauf beschränkt. In den schwereren Fällen wurden sie auch am Rumpfe beobachtet; bei 2 Patientinnen (Nr. 3 und 5) wird ausdrücklich angegeben, dass sie auch im Gesicht zu sehen waren. Meistens waren sie klein, traten aber oft in reichlicher Menge auf (Purpura, Petechien); bisweilen bildeten sich aber auch direct oder durch Confluirung grössere, hühnerei- bis handgrosse Sugillationen. In 2 Fällen (Nr. 4 und 7) wurde erwähnt, dass vor den Blutungen auffallende Venenectasien in Form rother Büschel auftraten.

Fieber — 39°, nur gelegentlich etwas über 40° C. — wurde in Fall 1 und 4 beobachtet. Vielleicht hat die Resorption von Producten aus den Blutungsherden dazu Anlass gegeben. Im übrigen litten die Kranken an grosser Mattigkeit und mehr oder weniger ausgesprochener Anämie. In den Fällen, wo der Harn untersucht wurde, konnte Eiweiss darin nicht nachgewiesen werden.

Bluntuntersuchung wurde in den Fällen Nr. 3, 4 und 7 ausgeführt. Bei der ersten dieser Kranken, welche durch Anämie nach Uterinblutungen starb, zeigte diese Untersuchung nur eine ausserordentliche Blutarmuth. In Fall Nr. 4 war zwar die Zahl der rothen Blutkörperchen herabgesetzt (3760000), so auch bis zu gewissem Grade der Haemoglobingehalt (80 Fleischl); am bemerkenswerthesten ist aber das Verhalten der Leucocyten. Diese waren an Zahl in höchstem Grade reducirt und schienen — nach dem Vorhandensein zahlreicher Zerfallsproducte (lichtbrechender Körner) zu urtheilen — massenweise zu Grunde gegangen zu sein. Ueber die etwaige Bedeutung dieser eigenthümlichen Thatsache lässt sich hier nichts weiter aussagen. — Zerfallsproducte weisser Blutkörperchen schienen

auch in Fall 7 mit sonst wenig gestörter Beschaffenheit des Blutes vorzukommen.

Der Verlauf der Vergiftung ist ein entschieden chronischer, wenn auch bisweilen die lebensgefährlichen Symptome sich zuletzt ziemlich rasch entwickeln können (vgl. Fall 2). In den Fällen 1, 2 und 5 hat die Krankheit etwa einen Monat gedauert, in Fall 4 ca. 2 bis 2½ Monate; in Fall 3 lässt sich die ganze Dauer nicht angeben, die schweren Symptome traten aber 11 Tage vor dem Tode auf. — Gewisse Allgemeinerscheinungen, wie Kopfweh, Schwindel, Mattigkeit, Uebelkeit, kamen — wie erwähnt — bei dem ganzen Arbeitspersonale vor. Wenn sie etwas mehr ausgeprägt sind, gehören sie gewiss auch zu den Vergiftungssymptomen; die typische Krankheit beginnt aber erst mit dem Auftreten der Blutungen. Und hier tritt uns eine auffallende Thatsache entgegen: in 4 von den 8 beschriebenen Fällen traten die Blutungen erst ein oder einige Tage nach beendeter Arbeit auf und vermehrten sich an Zahl während der nächsten Zeit. Wenn wir bis auf weiteres annehmen, dass das (flüchtige) Benzin die Ursache der Vergiftung ist, muss der erwähnte Umstand unsere Aufmerksamkeit erregen. Zwar wird vom Benzin angegeben, dass es langsam eliminirt wird. Dass dieses Gift aber — wie z. B. in Fall Nr. 4 — als Krankheits- und Todesursache nach mehr als 5 Wochen nach beendeter Zufuhr selbst im Körper vorhanden ist, dürfte wohl kaum anzunehmen sein. Schon diese Ueberlegung stellt fast ausser Zweifel, dass das Gift gewisse chronische, pathologisch-anatomische Veränderungen hervorruft, welche auch nach Elimination des Giftes selbst einen länger dauernden, in einigen Fällen progressiv sich entwickelnden Krankheitszustand oder sogar den Tod verursachen können.

Die Befunde bei den Sectionen bestätigen auch, dass tiefgreifende Störungen im Organismus vorhanden waren. In Fall Nr. 1 kamen innere Blutungen nur sparsam vor (im Pericardium, Submucosa des Darmes, in der Uterincavität). Parenchymatöse

Degeneration der Organe wurde — wenn vorhanden — durch cadaveröse Veränderungen verdeckt.

Ueber die Art der Veränderungen in Fall 3 liegt eine genaue mikroskopische Untersuchung vor, die unter Leitung des Herrn Professors C. Sundberg in Upsala von der Assistentin Frl. A. Dahlström ausgeführt wurde.

Die nach der Section herausgenommenen Organe (siehe S. 342) wurden zuerst in Müller-Formalin (1 Theil Formalin auf 9 Theile Müller's Lösung) gehärtet, dann in Müller bis Ende April 1897 aufbewahrt, nachher ausgewässert und (einige Stückchen ausgenommen) in 65 proc. Alkohol gebracht.

Herz, Niere, Leber, Aorta, V. cava inf., Ovarien und Uterus wurden an Gefriermikrotomschnitten mikroskopisch untersucht. Ausserdem wurden Stückchen der Intima von der Aorta, A. uterina sin. und V. cava inf. abgeschabt und direct unter das Mikroskop gelegt. Meistens wurden die Präparate in Glycerin untersucht, theils ungefärbt, theils mit Haematoxylin tingirt oder mit Osmium behandelt. Es stellte sich nämlich heraus, dass die Schnitte trotz der lange dauernden Erhärtung die gewöhnliche Fettreaction mit Osmium ergaben, obgleich dieselbe langsam und oft nur unvollständig sich entwickelte. In den Schnittserien, die nicht in Alkohol gelegen hatten, gelang die Osmiumfärbung recht gut, in den übrigen dagegen weniger gut. Auch wurde eine geringere Anzahl Schnitte in Haematoxylin und Eosin gefärbt, mit Alkohol und Xylol behandelt und in Canadabalsam untersucht.

Schnitte aus der Wand der linken Herzkammer zeigten kleine, diffuse Blutungen mit wenig veränderten Blutkörperchen sowohl im subpericardialen Fettgewebe als im Myocardium selbst. Die Muskelfasern waren »fragmentirt« und enthielten theils feine, schwach lichtbrechende Körnchen, theils zahlreiche, scharf lichtbrechende Körner, welche in den mit Xylol behandelten Präparaten nicht zu sehen waren, in den mit Osmium gehärteten dagegen eine dunkle, beinahe schwarze Farbe angenommen hatten (beträchtliche Fettdegeneration des Myocardiums). — In den durchschnittenen kleinen Gefässen zeigten alle beobachteten Intimazellen zerstreute, kleine Fettkörner. — An Längsschnitten durch einen Papillarmuskel der Mitralisklappe waren die Muskelzellen stark »fragmentirt« und enthielten noch zahlreichere Fettkörner als die Zellen der Kammerwand; die Querstreifen waren aber im allgemeinen noch sichtbar.

Niere: In allen Theilen der Nierenkanäle waren in den Epithelien zahlreiche kleine Fettkörner zu sehen; hier und da waren die Zellengrenzen nach innen gegen das Lumen undeutlich, in änlichen Körnern aufgelöst. Auch das Kapselepithel der Glomeruli, sowie die Endothelzellen der in den Schnitten getroffenen Vasa arcuata wiesen recht zahlreiche Fettkörner auf. Das subcapsulare Gefässnetz, sowie zum Theil die Vasa recta des Markes waren von Blut stark gefüllt. Unter der Nierenkapsel befanden sich ein paar frische, ganz kleine Blutungen, sowie an einigen Stellen altes Blutpigment.

Leber: Sowohl central als peripherisch in den Acinis zeigten die Leberzellen in ungefähr gleicher Menge zahlreiche Fettkörner, die an einzelnen Stellen zu mittelgrossen Tropfen confluirten. — Hauptsächlich in den centralen Theilen der Acini, zuweilen auch in Streifen den Portalzweigen entlang, sah man in den Leberzellen ein recht reichliches, kleinkörniges, gelbbraunes Pigment. Dieses gab keine Eisenreaction, weder mit Ferro- oder Ferricyankalium und Salzsäure noch mit Schwefelammonium; gab auch nicht Gallenfarbstoffreaction nach Gmelin. — Einzelne, zufällig sichtbare Endothelzellen der Lebergefässe enthielten stets zerstreute, kleine, scharf lichtbrechende Körner, die nach Osmiumbehandlung sowohl in den Centralvenen als auch in den peripheren Gefässen oft eine braune Farbe annahmen. — In den Gallengängen und im Bindegewebe der Leber waren keine Veränderungen wahrzunehmen.

Das linke Ovarium enthielt eine rundliche, braun verfärbte Partie mit kleinen Ausbuchtungen, in gehärtetem Zustande an einem central geführten Schnitt 10 × 7 mm messend. Diese Blutung erreichte nirgends die Oberfläche des Organes, lag aber zum Theil dicht (etwa ¼ mm) unter derselben. An ein paar Punkten sah man hier Blut durchschimmern; bei genauer Untersuchung erwies sich aber dies von kleinen, diffusen, interstitiellen Blutungen, ohne von merkbarem Zusammenhang mit dem grossen Herde bedingt zu sein. Eine ganz deutliche Narbe nach der Follikelberstung konnte an dem gehärteten Organe nicht mehr entdeckt werden, doch sah man an einer Stelle über der Blutung eine sehr schmale, feine, einige Millimeter lange, halbzirkelförmige Furche, die möglicherweise einer solchen Narbe entsprechen könnte. — Das Centrum der grossen Blutung hatte eine hellere Farbe als ihre Randpartie, welche als ein 0,5—1 mm breiter, dunkelrothbrauner Rahmen den Blutheerd gegen das Ovarialgewebe abgrenzte. Ausserhalb dieser dunklen Zone sah man bei genauer Nachforschung noch einen ganz schmalen, gelblichen Streifen.

Mikroskopisch zeigte die Blutung central ein recht reichliches Fibrinnetz mit blassen, zum Theil zerfallenen rothen Blutkörperchen und einzelnen leukocytenähnlichen Zellen. In der dunklen Randpartie waren die Blutkörperchen dichter gedrängt und weniger entfärbt. Zwischen denselben sah man nach aussen einige Bindegewebsbündel, welche mit der die Blutung umgebenden Bindegewebskapsel in Verbindung standen. Kein Grenzepithel sichtbar. Die eben erwähnte Kapsel enthielt zahlreiche, grosse, plump spindelförmige Zellen, mit Fettkörnern gefüllt, sowie zerstreute Zellen, welche Reste rother Blutkörperchen oder Blutpigment beherbergten. Die umgebenden Gefässe waren stark gefüllt.

Im Uebrigen zeigten die Zellen des Ovarialstromas, das Follikelepithel und die zugänglichen Intimazellen zerstreute, kleine Fettkörner. Tiefer im Organe noch eine kleine rundliche Blutung (1,5 × 1 mm), von Bindegewebe mit fett- und pigmenthaltigen Zellen umgeben; ausserdem ein paar 1—2 mm langen, fibrösen Körpern, etwas braunes Pigment enthaltend und von einer Kapsel umgeben, die der eben beschriebenen ähnlich war, nur spärlichere fettführende, zahlreichere pigmenthaltige Zellen aufwies.

Das rechte Ovarium war durch eine dicht unter der Oberfläche gelegene, in gehärtetem Zustande 18 × 15 mm messende, frische Blutung von braunrother Farbe und feinkörniger Beschaffenheit ausgebuchtet. Keine Spur einer Berstung, auch keine gelbe Randzone zu sehen. Hier und da war die Peripherie dunkler gefärbt Mikroskopisch war diese Blutung derjenigen des linken Ovariums ähnlich, nur zeigten sich hier die rothen Blutkörperchen weniger entfärbt, die Fett- und Pigmentzellen des umgebenden Bindegewebes bedeutend spärlicher. Ein schmaler, wellenförmiger Gewebsstreifen ohne deutliche Structur (das durch die Blutung abgelöste, necrotische Follikelepithel mit einem Theil von Theca folliculi?) lief als eine Chorde durch die Blutung hin. — Auch hier waren Follikelepithelien, Stromazellen und Endothelien der kleinen Arterien, Venen, ja auch der Capillaren fettkornhaltig. »Fibröse Körper« waren gleichfalls vorhanden, so auch 4 grosse Follikel (3—5 mm Diameter), von fettig degenerirten, cubischen Zellen ausgekleidet; in der nächsten Umgebung waren stark gefüllte Blutgefässe und recht zahlreiche, grosse, fettgefüllte, dagegen keine pigmentkornhaltigen Zellen vorhanden.

Uterus: Dicke der Schleimhaut etwa 1 mm. An allen untersuchten Stellen sowohl in der Cervix als im Fundus, fehlte das Oberflächenepithel. Die Grenze gegen die Uterincavität bildete eine necrotische Schicht, die Fibrin enthielt und ausserdem einige wenig färbbare Zellkerne, hier und da auch gelbliche Pigmentkörner aufwies. Die basalen Theile der »Uterindrüsen« zeigten sich sehr oft ausgebuchtet und erweitert; stellenweise bildeten sie auch kleine Cysten. Die Drüsenzellen waren oft desquamirt und lagen nebst körnigem Detritus in den Drüsenlumina angehäuft. Sie waren immer cylindrisch, nie cubisch und enthielten zahlreiche Fettkörner. Die Zellen der Zwischengewebe klein, spindelförmig. Keine Deciduazellen sichtbar. Hier und da zwischen den Drüsen kleine, frische Blutungen. — In der Uterinmusculatur wurden keine pathologischen Veränderungen beobachtet; nur zeigte die Intima der hier verlaufenden Gefässe eine mässige Fettdegeneration.

Eine solche war auch vorhanden in den Endothelzellen der besonders untersuchten A. uterina sin. und auch die sog. Intimazellen aus dem unteren Theil der Aorta zeigten eine starke Anhäufung von Fettkörnern.

Recht oft wurde im Lumen der quergeschnittenen Gefässe, deren Wand anliegend, eine kleine Anhäufung von Fettkörnern beobachtet; sie machte den Eindruck einer kleinen, in Körner vollständig zerfallenen Zelle (eines Leukocyten?) — Die Media und Adventitia der Gefässe wiesen keine Veränderungen auf. Die Vena cava inf. war in der untersuchten Partie vollkommen normal.

Die pathologische Untersuchung gab also kurz folgendes Resultat: Recht beträchtliche Fettdegeneration im Myocardium, Nierenepithelien, Leberzellen, Drüsenzellen des Endometriums und in der Intima Aortae.

Weniger stark entwickelte Fettdegeneration im Epithel der Bowman'schen Kapseln, in Follikel- und Stromazellen der

Ovarien, sowie in den Endothelzellen einer Menge kleiner Arterien und Venen sowie Capillaren aus Herz, Leber, Niere, Ovarien und Uterus.

Blutungen in der Haut, im Pery-, Myo- und Endocardium, unter der Nierenkapsel, in der Peritonealcavität, in den Ovarien, dem Endometrium, der Vaginalwand, dem pararectalen Bindegewebe, sowie im Knochenmark.

Gravidität war nicht vorhanden: Deciduazellen wurden nicht beobachtet; keine Placentarstelle zu sehen, die Drüsenepithelien der Uterinschleimhaut stets cylindrisch, die Seitenausbuchtungen und Cystenbildungen der Drüsen ganz klein. Eine kaum überstandene, ungewöhnlich schwere Menstruation, sowie die therapeutischen Eingriffe (Ferropyrinbehandlung, Tamponade) dürften wohl die necrotische Beschaffenheit der Oberfläche und die Form der Drüsen genügend erklären.

Die beiden grossen Ovarialblutungen sind mit Sicherheit als die Corpora lutea der beiden letzten Menstruationen anzusehen.

Der übrige Befund ist hier ohne Bedeutung.

Die Ursache der Blutungen liegt wohl aller Wahrscheinlichkeit nach in der Fettdegeneration der Gefässendothelien. Der pathologische Zustand dieser Zellen könnte ja auch zur Bildung von Thromben u. dgl. Anlass geben, die nachher secundär zu Blutungen geführt hätten. Es könnte ja auch der körnige Zerfall der Leukocythen, welcher in ein paar Fällen constatirt wurde, Gefässverstopfungen herbeigeführt haben. Thromben oder Emboli wurden nicht beobachtet. Da aber solche bei der Untersuchung leicht vermisst werden, will ich nicht das Vorhandensein derartiger Gebilde leugnen und nur hervorheben, dass wohl die Ursache der Blutungen hier, sowie — nach der allgemeinen Annahme — auch bei der Phosphorvergiftung, in der Fettdegeneration der Gefässendothelien gesucht werden kann.

Die Ursache der allgemein verbreiteten Fettdegeneration könnte vielleicht in einer directen Läsion der betreffenden Gewebe und Zellen durch das Gift gesehen werden. Eine andere Möglichkeit wäre die, dass auch die Fettdegeneration eine Folge der schweren Anämie sei, und dass der Ursprung der ganzen

Krankheit eben darin — in der Blutveränderung — zu suchen wäre. Leider sind die Beobachtungen über die Veränderungen des Blutes zu spärlich, um zu entscheiden, ob diese den genügenden Grund der übrigen Erscheinungen bilden können oder ob man eine directe specifische Wirkung des Giftes auf die degenerirten Organe voraussetzen muss. Die Blutveränderungen könnten auch möglicherweise secundär — durch Beschädigung der blutbildenden Organe — hervorgerufen worden sein.

Bei den hochgradigen Veränderungen der Nierenepithelien ist es auffallend, dass nicht intra vitam Albuminurie und andere Abnormitäten des Harns beobachtet wurden. Der Zustand dieser empfindlichen Gebilde könnte wohl bis zu gewissem Grade aber lange nicht vollständig post mortem entstanden sein. Möglich wäre, dass zufälligerweise die Veränderungen des Harnes nicht beobachtet worden wären.

Nochmals will ich den besonders in dem hier näher erörterten Fall 3 hervortretenden, sehr interessanten Zusammenhang zwischen der Menstruation und dem Auftreten der schweren Krankheitserscheinungen betonen. Der ganze Fall gibt einen lebhaften Eindruck davon, wie verhängnisvoll das Gift eben zu dieser Zeit auf den weiblichen Organismus eingewirkt hat.

Wo war aber das giftige Agens zu suchen? Wie ich schon angedeutet habe, fiel natürlich sofort der Verdacht auf irgend ein mit der Fabriksarbeit verbundenes Moment. Und es ist wahrlich sonst kaum möglich zu erklären, warum so ziemlich zu gleicher Zeit (abgesehen von Fall 1) etwa ²/₃ der Arbeiterinnen von so eigenthümlichen, mit einander so nahe übereinstimmenden Krankheitssymptomen ergriffen worden wären. An Phosphorvergiftung, die sonst bei uns leider keine Seltenheit ist, konnte man nicht denken. Die Abwesenheit von Icterus und mehr hervortretenden Leberveränderungen spricht unter anderem entschieden gegen eine solche Annahme. Sämmtliche Aerzte, welche die Kranken beobachtet haben, erklärten einstimmig, dass sie keinen anderen gemeinsamen Grund als irgend eine bei der Arbeit wirkende Schädlichkeit finden könnten.

Unter den dabei in Frage kommenden Momenten waren natürlich die Arbeitsmaterialien, und besonders das Benzin die verdächtigsten. Der Kautschuk könnte möglicherweise wohl auch giftige Beimengungen enthalten haben; diese hätten jedoch entschieden viel weniger Gelegenheit gehabt, schädlich zu wirken als irgend ein flüchtiges Gift, das in Dampfform eingeathmet werden konnte.

Wenn aber das Benzin das giftige Agens gewesen wäre, schien es doch sehr auffallend, dass nicht an anderen Orten schon lange vorher ähnliche Erfahrungen gemacht worden sind. Weder aus anderen Fabriken ähnlicher Art, noch aus dem Etablissement (bei Rotebro, Sprengstofffabrik), von wo das eben benutzte Benzin bezogen wurde, sind solche Krankheitsfälle berichtet worden. Auch habe ich, wie erwähnt, in der Literatur keine ähnlichen Beschreibungen finden können.

Es ist indessen noch ein Umstand, welcher Bedenken aufkommen lässt. Das schädliche Moment hat nämlich besonders in 2 Fällen (Nr. 1 und 5) — nur relativ kurze Zeit eingewirkt, wie aus folgender Tabelle hervorgeht:

Fall Nr.	Arbeitszeit	Fall Nr.	Arbeitszeit
5	etwa 1 Woche	3	ca. 3 Monate (†)
1	3 Wochen (†)	6	ca. 3½ Monate
8	fast 2 Monate	4	» 3¾ » (†)
7	» 3 »	2	» 4 » (†)

Ein chronische Vergiftung bewirkendes Agens, welches schon nach Einwirkung während einer Woche typische Symptome, während 3 Wochen sogar den Tod hervorruft, muss ein ziemlich starkes Gift sein. Um so auffallender ist es, dass nicht anderswo mit dem Benzin ähnliche Vergiftungsfälle vorgekommen sind.

Andererseits müssen einige Verhältnisse hervorgehoben werden, welche vielleicht die hiesigen Fälle einigermaassen verständlich machen. Die tägliche Arbeitszeit war bisweilen — und besonders eine Zeit vor dem Auftreten der zahlreichen Erkrankungen im Vorsommer 1896 — eine gar zu lange. Die Arbeit fing dabei um 5—6 Uhr morgens an und dauerte bis 11 Uhr abends. Wenn man auch für die Mahlzeiten

mehrere Stunden abzieht, so müssen sich doch die Leute täglich mehr als 12 Stunden lang in einer mit Benzindämpfen angefüllten Atmosphäre aufgehalten haben.

Und dazu kommt noch, dass sie sämmtlich jung — zwischen 15 und 20 Jahren — und weiblichen Geschlechts waren. Besonders scheint der letzte Umstand nicht ohne Bedeutung zu sein. Die männlichen Arbeiter, welche nach der Mädchen-Entlassung angestellt worden sind, haben zwar gewisse Allgemeinsymptome, aber keine schweren Erscheinungen gezeigt. Diese Thatsachen sprechen — wie Dr. Allard hervorgehoben hat — dafür, dass vielleicht die Blutgefässe der Weiber, wenigstens unter Umständen (z. B. während der Menstruationen, zur Zeit intercurrenter Krankheiten oder dergl.) gewissen Schädlichkeiten gegenüber besonders empfindlich sind und ungewöhnlich leicht mit Blutungen darauf reagiren.

Eine gewisse Stütze gewinnt diese Ansicht durch den folgenden Fall:

9. Hulda O., 28 Jahre, unverheirathet. Wurde im Februar 1895 Arbeitsvorsteherin in der mehrerwähnten Fabrik. Die hygienischen Verhältnisse, z. B. die Ventilation, waren damals nicht sonderlich gut; starker Benzingeruch. Arbeitszeit gewöhnlich 10 Stunden; oft Extraarbeit. Zufällig hatte sie im Januar 1896 (bei Inventirung) ein paar mal bis 3 Uhr Nachts gearbeitet. — Krankheitssymptome traten zur Johanniszeit 1895 auf: sie litt seit dieser Zeit oft an Kopfweh und Schwindel, musste zuweilen in die frische Luft hinaus. — Im Februar 1896 kamen noch Ohnmachtsanfälle dazu; nach einem solchen sehr heftiges und anhaltendes Erbrechen. Später, im Frühling, wurden kleine Hautblutungen beobachtet. Im Sommer eine Zeit auf dem Lande; wurde besser; die Hautblutungen schwanden doch nicht. Wieder in Arbeit, wurde sie nochmals von denselben Symptomen ergriffen. Das Erbrechen im August bis October sehr schlimm — trat unabhängig von den Mahlzeiten ein. Neue, zum Theil grössere Blutungen entstanden; sie waren an den Volarseiten der Unterarme, sowie an den Vorderseiten der Beine localisirt. Menses abnorm reichlich. — Im Januar 1897 wurde der Zustand noch schlechter. Am 6. Jan. starke Uterinblutung. Wurde in das akademische Krankenhaus zu Upsala aufgenommen.

Bleich und matt; Nahrungszustand recht gut. Hautblutungen noch vorhanden. Genitalblutung dauerte fort. Am 12. Jan. waren die Hautblutungen so gut wie verschwunden. Abortus (beim Harnen ging eine Blase ab, die bei pathologisch-anatomischer Untersuchung sich als ein Decidua erwies). Auch nachher recht lange dauernde Blutung aus der

Vagina — Die zur Gewinnung von Blutproben gemachten Stichwunden bluteten abnorm lange. Das Blutspectrum (Probe am 8. Jan.) normal. Rothe Blutkörperchen 4 424 000, weisse 9000 im Cubikmillimeter. Haemoglobingehalt 65 (Fleischl.). Die rothen Blutkörperchen sahen normal aus. Die weissen waren meist polynucleär; einige Makrocyten; ein paar eosinophile Zellen. — Der Harn wurde in Prof. Hammarsten's chemischem Laboratorium genau untersucht, zeigte nichts Bemerkenswerthes. — Wurde nach einem wechselnden Krankheitsverlauf am 23. Febr. entlassen.

Am 25. Febr. nochmals heftig krank. Schüttelfröste; wiederholtes Erbrechen. Am folgenden Tag traten neue Hautblutungen auf; am 28. Febr. Genitalblutung; wieder ins Krankenhaus gebracht. Hatte recht hohes Fieber. Stecknadelkopfgrosse Petechien an Armen und Beinen, die nach einigen Tagen verschwanden. Es stellte sich bald heraus, dass sie an Typhus abdominalis litt. Roseol trat zu rechter Zeit an Bauch und Brust auf, hatte mit den Hautblutungen nichts zu schaffen. Am 7. März wurde Typhoid-Serumreaction mit positivem Erfolg ausgeführt (Allard). Der weitere Krankheitsverlauf (mit zwei Temperatursteigerungen während der Reconvalescenz), sowie 2 Blutuntersuchungen wiesen für die uns hier interessirende Frage nichts Bemerkenswerthes auf. (Krankengeschichte, durch Dr. H. Allard mitgetheilt).

Es schien also, als ob die einmal stattgefundene Vergiftung eine gewisse Schwäche der Gefässe hervorgerufen hätte, die sich besonders beim Auftreten des Typhoids wieder geltend machte.

Wenn wir also annehmen, dass die lange Arbeitszeit sowie die individuelle Empfindlichkeit der Arbeiterinnen die Ursache gewesen ist, dass nur hier und nicht an anderen Orten Vergiftungen der beschriebenen Art beobachtet worden sind, so ist die Aetiologie unserer Krankheitsfälle doch noch lange nicht klar gestellt. Eine zweite wichtige Frage, nämlich die nach dem giftigen Princip, ist noch unerledigt und bietet grosse Schwierigkeiten dar.

Den Kautschuk bis auf Weiteres bei Seite lassend, wollen wir die Aufmerksamkeit auf das Benzin richten. Wenn dieses Material, wie wir angenommen haben, die Vergiftungen verursacht hat, so fragt es sich: was ist darin das Giftige? — Das Rohbenzin des Handels ist ein sehr complicirtes Präparat, worin man allerlei — auch giftige Beimengungen erwarten kann. Und die eine Probe ist nicht der anderen gleich. Präparate verschiedenen Ursprungs, ja vielleicht sogar verschiedene Sendungen desselben Ursprungs können ungleiche Bestandtheile oder

Beimengungen enthalten. Während der Zeit, als die erwähnten Vergiftungsfälle vorkamen, wurden mehrere Benzinpräparate aus verschiedenen Quellen benutzt. Zur Zeit des ersten Vergiftungsfalles wurde rohes Benzin aus einer grossen Apotheke in Stockholm angewandt. Das im Frühling und Sommer 1896 gebrauchte Präparat, welches die übrigen Krankheitsfälle verursacht hatte, stammte aus Rotebro. Später ist noch eine andere Sorte in Gebrauch gekommen. Je unreiner das Benzin war und je schlechter es roch, um so schlimmer schienen auch seine Wirkungen gewesen zu sein. Das Benzin von 1895 bestand aus relativ reinem Benzol; dasjenige aus 1896 (Rotebro) war unreiner.

Das letzterwähnte Präparat wurde vom Handelschemiker Setterberg besonders untersucht. Nach seinen Analysenprotokollen war das spec. Gewicht gleich 0,8845. Bei fractionirter Destillation (nach Engler) gingen über:

zwischen + 80—85° C.	85,3 %
» + 85—90° C.	13,3 %
über + 90° C.	1,4 %.

Die Probe enthielt weder Nitrobenzol noch Thiophenol. Mit concentrirter Schwefelsäure geschüttelt, nahm sie nur eine schwach gelbe Farbe an. Sie bestand aus gewöhnlichem, technisch benutzten Benzin von etwas höherem spec. Gewicht als das reine Benzol (durch Einmengung von Homologen, z. B. Toluol).

Die Kautschukauflösung enthielt weder Nitrobenzol noch Thiophenol.

Von diesem verdächtigen Präparate bekam ich aus der Fabrik eine Literflasche voll — den letzten Rest des ganzen Vorraths — zur Untersuchung. Das Benzin war blassgelb, nach Umschütteln etwas trübe, mit einigen gelbweissen Flocken, von gewöhnlichem, schlechtem Geruch. Nach Verdampfen auf dem Wasserbade blieb ein nicht besonders grosser Rest zahlreicher, gelblicher Tropfen von nahezu harzartiger Consistenz, ohne scharfen Geschmack, zurück. Nach dem Abkühlen sah dieser Rest etwa wie Kautschukmasse aus. Derselbe wurde mit Wasser verrieben, dieses mit NaOH schwach alkalisch gemacht, mit

HCl wieder neutralisirt, filtrirt, und 1 ccm davon einer weissen Maus subcutan injicirt; diese blieb symptomfrei.

Einige Tropfen des Benzins wurden auf einem Platindeckel verdunstet und der Deckel nachher geglüht; kein Rest blieb zurück.

Das Präparat war also sicher Steinkohlentheerbenzin, dessen Hauptmasse Benzol war. Nach Behandlung mit rauchender Salpetersäure entstand rothbraunes Nitrobenzol, welches seinen charakteristischen Geruch verbreitete und in Wasser in Form von schweren Tropfen heruntersank. Es löste auch — wie reines Benzol — Rohkautschuk, während Petroleumbenzin nur den Kautschuk auflockerte, ohne ihn in nennenswerthem Grade zu lösen. Probe auf Anilin (Ausschütteln mit angesäuertem Wasser und Chlorkalkreaction) gab negatives Resultat (Professor K. A. Mörner).

Für eine genauere chemische Analyse reichte das noch restirende Benzin nicht aus. Es muss also leider für immer eine offene Frage bleiben, ob möglicherweise irgend ein nicht erwarteter giftiger Körper darin vorkam. Es stand jedoch noch ein Weg offen, diese Frage nach dem giftigen Princip zu beleuchten, wenn auch nicht vollkommen einwandsfrei zu entscheiden: Es konnten die toxischen Wirkungen des Präparates auf Thiere untersucht und mit denjenigen des reinen Benzols verglichen werden. Traten dabei mit den beiden Flüssigkeiten ähnliche Vergiftungssymptome auf, so würde dies ja dafür sprechen, dass in dem unreinen Benzin das Benzol selbst das giftige Agens gewesen sei. Beträchtlichere Unterschiede würden dagegen darauf hindeuten, dass das Rohbenzin ein anderes, fremdes Gift enthalten habe.

Cap. II. Experimentelle Untersuchungen.

Um mit Thierversuchen die Vergiftungsfälle bei Menschen näher zu beleuchten, wäre es natürlich das Beste gewesen, wenn man die Thiere durch täglich wiederholte Inhalation von Benzindämpfen hätte chronisch vergiften können. Dies stiess jedoch, wie wir in einigen der folgenden Versuche sehen werden, auf

grosse Schwierigkeiten, weil die Thiere (Kaninchen) offenbar gegen solche Inhalationen sehr resistent sind. Dagegen gelang es in anderer Art, die Thiere so — subacut — zu vergiften, dass sie gewisse charakteristische Symptome, sogar Blutungen aufwiesen, wodurch ein Vergleich mit den Erscheinungen nach in derselben Weise angebrachtem, reinem Benzol ermöglicht wurde.

Aus der Fabrik hatte ich auch eine kleine Partie Rohkautschuk zur Untersuchung bekommen. Obgleich es nicht wahrscheinlich schien, dass dieses Material giftig sein sollte, machte ich doch mit einer Lösung desselben in Benzin einige subcutane Injectionen. Versuche dieser Art folgen auch unten.

Die Experimente wurden an Kaninchen nach folgenden drei Methoden ausgeführt:

1. Die Haare wurden am Bauche mit der Scheere kurz abgeschnitten. Benzin, auf Watte gegossen, wurde auf diesem Körpertheil angebracht, der Rumpf des Thieres nachher mit einem Stück Leder und einem zusammengewickelten Handtuch umgeben und mit einer Schnur das Ganze sorgfältig umbunden.
2. Das Thier wurde in einen dichten Eisenkasten (mit Glasdecke) eingeschlossen. Mittels einer Wasserluftpumpe wurde ein Luftstrom durch den Kasten gesogen. Die eintretende Luft musste durch Benzin in einer »Waschflasche« passiren, wodurch sie Benzindämpfe aufnahmen.
3. Das Thier erhielt subcutane Benzin (oder Benzin-Kautschuk)-Injection.

Da in mehreren Versuchen die Applicationsart nach Umständen gewechselt wurde, kann ich sie nicht in den eben aufgestellten Gruppen geordnet mittheilen, sondern führe sie einfach in ihrer zeitlichen Folge vor. In den ersten sechs Fällen wurde das verdächtige Rohbenzin (aus Rotebro) benutzt.

I. Vergiftungen mit Rohbenzin.

Versuch 1, den 4. I. 1897. Umschlagsversuch.

Gewicht des Thieres 1360 g.

Zeit	Körpertemp.[1]	Bemerkungen
10h 40′	39,6°	—
12h 15′	—	Umschlag angelegt; in den Käfig gesetzt. Kann (wegen des Umschlages) nicht die gewöhnliche, hockende Stellung einnehmen; die Hinterbeine nach hinten ausgestreckt. Excitirt und schwach.
12h 45′	37,3°	Etwas lebhafter. Wiederholte Defäcation.
2h 50′	35,3°	Stumpf. Keine Narkose. Gelbes Secret aus den Nasenlöchern.
3h 0′	—	Umschlag entfernt. Bauchhaut etwas geröthet, nicht beschädigt. Puls langsam. Trockene Watte und eine Binde um den Rumpf angelegt. Nimmt fortwährend eine ausgestreckte Stellung ein. Zittert (Kältewirkung).
5h 37′	36,8°	Munter.
5. I.		
11h 30′	39,9°	Ebenso.
12h 30′	—	Umschlag mit Benzin. Solches, auf Watte gegossen, wird in den Käfig hineingesetzt.
1h 15′	36,6°	Stumpf und benommen.
2h 10′	35,4°	—
3h 10′	34,3°	Umschlag entfernt. Sehr schwach und zitternd.
4h 5′	33,1°	—
6h 25′	33,2°	—
6. I.		
11h 20′	33,0°	Sehr abgestumpft und schwach; wackelt und zittert bei Bewegungsversuchen, verträgt aber weder Rücken- noch Seitenlage. Neuer Benzinumschlag.
2h 45′	28,8°	Umschlag entfernt.
5h 50′	24,0°	Liegt auf der Seite, doch nicht ganz reactionslos.
7. I.		Morgens todt angetroffen. Gewicht 1090 g.

Section: Nach Eröffnung des Brustkastens schlägt das Herz noch schwach bei Reizen; das Thier ist also erst seit kurzem todt. In den Lungen, besonders in der linken, mehrere kleine, subpleurale Blutungen. Im Uebrigen nichts Auffallendes (der Magen wurde zufällig nicht untersucht).

In diesem sowie in ein paar der folgenden Fälle (siehe unten) wurden die Blutungen durch sorgfältige mikroskopische Untersuchung constatirt.

1) Diese wurde mit einem langen und schmalen, stumpfwinkeligen Thermometer per rectum gemessen. Die abgerundete cylindrische Thermometerkugel wurde ca. 10 cm tief hineingeführt.

Organtheile wurden in Müller-Formalin gehärtet, in Celloidin eingebettet, mit Mikrotom geschnitten und nachher mit Haematoxylin und Eosin gefärbt. Diese Präparationen wurden im hiesigen pathologischen Institut vom ersten Assistenten A. Josefson ausgeführt und das Vorhandensein der Blutungen von ihm sowie vom Herrn Laborator Dr. U. Quensel festgestellt.

Versuch 2, den 4. I. 1897. Subcutane Injectionen.

Körpergewicht 1400 g.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
10h 57'	39,1°	—
11h 20'	—	**2 ccm** Benzin unter die Rückenhaut injicirt.
12h 35'	37,1°	Schläfrig; liegt meistens still auf dem Bauche.
2h 40'	37,2°	Lebhafter. Respiration schnarchend (Trachealrassel). Gelbliches Secret aus den Nasenlöchern.
5h 45'	38,4°	Munter.
5. I.		
11h 40'	39,4°	—
12h 5'	—	**3 ccm** Benzin eingespritzt.
1h 25'	38,6°	Wenig beeinflusst.
3h 0'	38,4°	—
4h 15'	38,0°	—
6h 30'	37,9°	—
6. I.		
11h 6'	36,8°	Athmung schnarchend
11h 10'	—	**4 ccm** Benzin subcutan.
3h 10'	34,9°	Schwächer, mehr wackelnd; liegt nicht mehr recht auf d. Bauche.
6h 0'	30,0°	Liegt auf der Seite, dann und wann kleine Zuckungen der Extremitäten; beinahe reactionslos.
7. I.		Am Morgen todt gefunden. Gewicht 1160 g.

Section: Nach einem Schnitt durch die Bauchhaut starker Benzingeruch. In den Maschen des subcutanen Bindegewebes stellenweise über Bauch und Brust ein »glasiges« Oedem sowie ein kleinblasiges Emphysem. (?) Die Gefässe der subcutanen Bindegewebe stark injicirt; zeigten keine Blutungen. Rechts unter der Rückenhaut, wo die erste und zweite Injection stattgefunden hatten, sah das Gewebe etwas trübe aus, wie bei beginnender Eiterbildung; daselbst starker Benzingeruch. Lungen weniger hyperaemisch als in Vers. 1, zeigten einige kleine Blutungen; diese waren denjenigen im vorigen Falle ganz gleich (wurden nicht mikroskopisch untersucht). In der linken Herzkammer, auf der Scheidewand, eine ziemlich bedeutende und eine kleinere subendocardiale Blutung (auch unzweifelhaft).

Versuch 3, den 8. I. 1897. Injectionen von Kautschuk, in Benzin gelöst.

Körpergewicht des Thieres 980 g.

Zeit	Körpertemp.	Bemerkungen
1h 40'	39,6°	Sofort nachher Einspritzung von **3 ccm** einer möglichst starken Lösung von Kautschuk in Rohbenzin.
3h 5'	37,0°	—
6h 9'	40,0°	**4 ccm** derselben Lösung injicirt.
9. I.		
11h 53'	38,8°	—
12h 5'	—	**5 ccm** der Lösung (enthält viel Kautschuk, wenig Benzin).
3h 40'	38,0°	Zeigt nichts Abnormes.
6h 23'	38,2°	—
10. I.		
11h 30'	36,8°	Schläfrig und schwach.
3h 12'	36,8°	Diarrhö.
11. I.	—	Sehr krank; Diarrhö; sitzt zusammengebrochen.
1h 40'	—	Ist auf die Seite herumgefallen. Wird mit einigen Tropfen Chloroform vorsichtig getödtet.

Section: In den Lungen einige kleine Blutungen, durch mikroskopische Untersuchung in der hiesigen pathologischen Institution genau constatirt. Im Colon eine Unmasse wurmähnlicher Parasiten. An der Magenschleimhaut recht zahlreiche Blutungen, punktförmig bis hanfkorngross. An den Injectionsstellen Braunfärbung der Unterhautzellgewebe (Ablagerung von Kautschuk). Im Uebrigen nichts Abnormes.

Versuch 4, den 12. I. 1897. Subcutane Injectionen, theils von Kautschuklösung, theils von Rohbenzin allein.

Körpergewicht des Thieres 1635 g.

Zeit	Körpertemp.	Bemerkungen
2h 7'	40,1°	**10 ccm** starker Kautschukbenzin in 2 Port. an verschiedenen Stellen eingespritzt.
7h 0'	40,0°	Keine Symptome (!)
13. I.		
10h 37'	40,5°	**10 ccm** einer an Kautschuk schwächeren Benzinlösung
2h 10'	40,0°	**5 ccm** Rohbenzin ohne Kautschuk.
3h 48'	39,0°	**5 ccm** Benzin eingespritzt.
5h 58'	38,5°	—
6h 5'	—	**10 ccm** injicirt.
8h 33'	37,0°	Wach, aber schlaff: kann in abnorme Lagen gebracht werden.
14. I.	—	Kalt, nahe zu sterben; Athmung sehr langsam und schwach. Kleine immerfort wiederh. Zuckungen d. Extrem. u. d. Lippen
6h 50'	—	Athmet noch langsam, regelmässig. Mit Chloroform getödtet.

Section: Im subcutanen Bindegewebe an Brust und Bauch starkes Oedem und Emphysem (?). Intensiver Benzingeruch. Lungen zeigen bedeutende, unzweifelhafte Blutungen (nicht mikroskopisch untersucht). Magenschleimhaut weist zahlreiche, kleine Blutungen auf; einige kamen auch im Duodenum, dicht ausserhalb des Pylorus vor. — Nieren sahen normal aus. Blase sehr stark gespannt; der Harn wurde daraus vorsichtig aufgesammelt. Gegen seine Oberfläche sammelten sich bald klare, fettähnliche Tropfen, die sich in Wasser nicht lösten. Nach Ausschütteln des Harns mit Aether und Verdunsten des Aethers blieb ein fettähnlicher, gelber Rest zurück, welcher nicht nach Benzin roch.

Versuch 5, den 8. I. 1897. Inhalationen und Umschläge.
Körpergewicht 1745 g.

Zeit	Körpertemp.	Bemerkungen
12h 43′	39,0°	—
1h 0′	—	In den »Inhalationskasten« (vergl. die Gruppe 2 oben, S. 359) gebracht. Zuerst etwas unruhig, dann schläfrig.
3h 30′	36,4°	Inhalation unterbrochen. Sieht wenig angegriffen aus. Benzinverbrauch 10,8 g.
6h 0′	40,0°	—
9. I.		
1h 49′	39,6°	Lebhaft. In den Kasten gesetzt. Eine flache Schale m. benzindurchfeucht. Watte wurde in d. Kasten gebr. Sonst wie gestern.
5h 0′	—	Lag angeblich wie todt. Die Luftpumpe wurde vom Diener zugedreht (keine Lüftung mehr).
5h 45′	—	Liegt auf der Seite in tiefer Narkose; athmet langsam und schwach. Sofort aus dem Kasten herausgeholt.
—	—	Hat Benzin (von der Watte) auf das Fell bekommen; riecht stark danach. Benzinverbrauch 14,4 g aus der Flasche, fast 40 g von der Watte.
6h 13′	29,4°	Fängt an, mehr lebhaft zu werden. Wurde, in ein Tuch eingewickelt, in den Käfig gebracht.
10. I.		
11h 0′	39,9°	Munter. Um 11 Uhr 20 Min. in den Kasten gesetzt.
3h 17′	39,6°	Wenig beeinflusst. Benzinverbrauch aus der Flasche 10,7 g.
11. I.		
11h 45′	40,0°	Nebst einer flachen Schale mit benzingetränkter Watte in den Kasten gesetzt.
3h 8′	36,0°	Unterbrochen Wenig angegriffen. Benzinverbrauch aus der Flasche 17,6 g, von der Watte 22 g.
12. I.		
12h 25′	39,8°	Normal. Die Haare am Bauche kurz geschnitten. Umschlag um 1 Uhr. 1 Uhr 20 Min in den Kasten hineingesetzt.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
2h 34'	36,8°	Unterbrochen. Benzin aus der Flasche verdampft = 3,6 g.
6h 50'	37,7°	—
13. I.		
11h 25'	38,0°	Umschlag um 11 Uhr 40 Min. In den Käfig gesetzt.
2h 3'	34,9°	—
3h 36'	34,0°	Umschlag entfernt. Schlaff und benebelt.
5h 50'	34,0°	—
14. I.	—	Morgens todt und starr.

Section: Die Haut unter dem Umschlage eigenthümlich unelastisch. Lungen hyperaemisch; darin mehrere kleine Blutungen (zwar nicht mikroskopisch constatirt, jedoch auf Grund der Aehnlichkeit mit den vorigen Fällen als sicher zu betrachten). Trachealschleimhaut hyperaemisch. Herz vor dem Ausschneiden unterbunden; Verunreinigung des Blutes in seinen Cavitäten daher ausgeschlossen. Beim Schnitt in die Kammern floss ein eigenthümlich missfarbiges, wie mit Milch gemischtes Blut heraus. Eine unmittelbare mikroskopische Untersuchung zeigte, dass viele rothe Blutkörperchen eckig und missgestaltet waren; die Ursache des milchigen Aussehens trat aber dabei nicht hervor. Nachdem das Herzblut coagulirt war, trat allmählich ein milchweisses, undurchsichtiges Serum heraus. Dieses Serum enthielt fast gar keine Zellen, sondern bestand aus einer feinen Emulsion äusserst kleiner, lichtbrechender Tropfen; roch nicht nach Benzin. Deckglaspräparate von diesem Serum mit Ueberosmiumsäure behandelt, nahmen schwarzbraune Farbe an; die Tropfen bestanden offenbar aus Fett. Deckglas-Trockenpräparate des Blutes, mit Eosin und Methylenblau gefärbt, zeigten keine Steigerung der Zahl der Leukocyten (die beiden letzterwähnten Untersuchungen wurden im pathologischen Laboratorium ausgeführt).

Die Schleimhaut des Ventrikels (besonders an der Curvatura minor), sowie der oberste Theil des Duodenums wies eine Anzahl stecknadelkopf- bis hanfkorngrosser Blutungen auf. — Nieren normal — Blase von dunklem Harn stark gespannt; dieser enthielt kein Blut (Guajakprobe).

Versuch 6, den 23. I. 1897. Anfangs Inhalation, nachher subcutane Injectionen. — Gewicht des Thieres 1420 g.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
2h 7'	40,0°	12 Uhr 24 Min. in den »Inhalationskasten« hineingesetzt.
6h 5'	39,2°	Unterbrochen. Thier normal. Benzinverl. a. d. Flasche = 13,8 g.
6h 24'	—	Subcutane Injection von 4 ccm Benzin.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
24. I.		
12h 3'	—	Neue Injection, 5 ccm.
25. I.		
1h 45'	40,0°	» » 5 »
26. I.		
11h 30'	—	Körpergewicht = 1230 g; 6 ccm Benzin subcutan.
27. I.	—	Morgens todt.

Section: Im subcutanen Bindegewebe Oedem, Emphysem und starker Benzingeruch. Lungen, besonders die linke (das Thier lag todt auf der rechten Seite), sehr anaemisch. An beiden eine Anzahl ca. stecknadelkopfgrosse, sehr deutliche Blutungen. Herzblut der rechten Kammer etwas missfarbig; Serum etwas milchig getrübt. — Im Ventrikel keine Blutungen.

Versuch 7. Inhalation. Das Thier wog anfangs 1520 g. Wurde in einem kleinen Blechkasten fixirt (nur Kopf etwas beweglich). Der Kasten wurde in ein horizontales, cylindrisches Glasgefäss gesteckt, dieses mit einer Holzdecke geschlossen und die Luft langsam durchgesogen. In den ersten Tagen wurde eine kleine Schale mit Benzin dicht vor die Einströmungsöffnung der Luft und nahe der Schnauze des Kaninchens gestellt, sowie benzingetränkte Watte in der Nähe aufgehängt. Später wurde noch vor der Einflussöffnung ein Stück wollenen Tuches sowie Fliesspapier aufgehängt; diese wurden anfangs mit Benzin durchtränkt und nachher während der Versuchszeit mehrmals (durch ein kleines, sonst mit Stöpsel verschlossenes Loch in der Decke mittels einer feinen Glaspipette) mit Benzin befeuchtet. Bald wurde auch eine mit Benzin beschickte »Waschflasche« so angebracht, dass die einströmende Luft durch das Benzin passiren musste. Kurz — ich versuchte, so concentrirte Benzindämpfe wie überhaupt möglich hervorzubringen.

Der Versuch dauerte 14 Tage (15.—28. April); das Thier sass anfangs nur 1½—2 Stunden, später 6—9 Stunden — zusammen 82 Stunden 45 Min. — im Apparat. Es wurde sehr wenig angegriffen, frass und trank, nahm an Gewicht unregelmässig ab und zu, wog am 29. April noch 1425 g. Wurde mit Chloroform getödtet. Zeigte bei der Section nichts Abnormes, besonders keine Blutungen.

II. Vergiftungen mit reinem Benzol.

Das Benzol, aus einer grossen Apotheke bezogen, war vollkommen wasserhell und ungefärbt.

Versuch 8, den 15. I. 1897. Umschlagversuch. — Körpergewicht 1815 g.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
1h 10'	39,2°	—
1h 35'	—	Umschlag auf den Bauch mit 25 ccm reinen Benzols.
3h 10'	38,3°	Umschlag entfernt.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
16. I.		
12h 9'	39,4°	Umschlag angebracht (30 ccm Benzol).
4h 5'	39,8°	Umschlag ab.
17. I.		
11h 33'	39,8°	Um 12 Uhr Umschlag angebracht.
1h 25'	37,2°	Zittert; sonst munter.
3h 30'	39,0°	Umschlag ab.
18. I.		
11h 48'	39,8°	Munter.

Getödtet. Keine sicheren Blutungen oder sonstige pathologische Veränderungen.

In noch einem Falle wurde die Wirkung von Benzolumschlägen gleichfalls mit negativem Erfolg geprüft. Am ersten Tag wurde das Benzol nur einmal aufgegossen, an den folgenden 3 Tagen 3 mal täglich, jedesmal etwa 20 ccm. — Keine Symptome. Nachher wurde das Thier mit Umschlägen von rohem Benzin 3 Tage lang behandelt und lag am 4. Morgen todt; die Organe wurden für mikroskopische Untersuchung aufbewahrt (siehe unten S. 373).

Versuch 9, den 15. I. 1897. Subcutane Injectionen.
Gewicht des Thieres 1825 g.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
12h 50'	39,9°	5 ccm Benzol subcutan injicirt. Sofort Unruhe. Athmet schnell. Bald ruhig.
3h 4'	39,4°	—
16. I.		
11h 47'	40,2°	10 ccm Benzol subcutan. Symptome wie gestern.
12h 52'	39,5°	Etwas zitt. u. schwach (keine Nark.); normale Halt. d. Körpers.
3h 47'	39,0°	—
17. I.		
11h 10'	39,2°	15 ccm Benzol subcut. Reaction wie oben; scheint zu frieren; ist sonst schlaff, nicht narkot., kaut u. knirscht mit d. Zähnen
1h 20'	37,5°	—
3h 20'	35,9°	Schwächer; kann auf den Rücken gelegt werden; zittert dabei.
7h 50'	29,5°	Liegt auf d. Seite; kann sich nicht aufrichten. Zittern und grössere, unfreiwill. Zuckungen d. Rumpfes u. d. Extremitäten.
18. I.	—	Todt und starr.

Section: Reichliches, rothbraun-glasiges Oedem unter der Bauchhaut. Starker Benzingeruch. Tropfen (von Benzol?) in der Oedemflüssigkeit schwimmend. Kein Emphysem. — Lungen weniger hyperaemisch als im allgemeinen bei den Thieren, welche rohes Benzin bekommen hatten. Ein

paar Blutungen (unsicher). — Herzblutcoagula pressen milchiges Serum heraus. In der Ventrikelschleimhaut sowie im obersten Theil des Duodenums, unmittelbar ausserhalb des Pylorus, einige hanfkorngrosse und zahlreiche kleinere Blutungen (sie wurden im pathologischen Laboratorium durch genaue mikroskopische Untersuchung als wirkliche zum Theil recht tief in der Schleimhaut entstandene Blutungen constatirt).

Vesuch 10, den 27. I. 1897. Subcutane Injectionen. Körpergewicht des Thieres 1085 g.

Zeit	Körper-temp.	Bemerkungen
2^h 0'	—	3 ccm Benzol subcutan.
28. I.		
11^h 30'	—	4 » » »
29. I.		
11^h 30'	—	5 ccm Benzol subcutan (zum Theil verloren gegangen).
30. I.		
11^h 50'	—	5 ccm Benzol subcutan. Körpergewicht = 1122 g.
31. I.	—	Gewicht = 1028 g. Liegt auf dem Bauche mit gesenktem Kopfe. Beine können in abnorme Lagen gebracht werden. Unaufhörliche, unfreiwillige Zuckungen überall in einzelnen Muskeln und Muskelgruppen.
12^h 30'	24,6°	—
7^h 0'	**22,0°**	Derselbe Zustand; wird mit etwas Chloroform getödtet.

Section: Rechts unten am Bauche ist das subcutane Bindegewebe stark blutinbibirt, missfarbig, mit starkem Benzingeruch. — In den Lungen mehrere kleine Blutungen (unzweifelhaft). Ausserdem recht grosse, dunkelbraune, scharf begrenzte, athelectatische Partien. — Im Ventrikel mehrere gut erbsengrosse, sowie zahlreiche kleinere Blutungen; die grossen strecken sich durch die ganze Dicke der Schleimhaut hindurch. — Serum des Herzblutes klar, nicht milchig.

Um nachzusehen, ob möglicherweise auch ohne den Einfluss des Benzols bei langsam sich entwickelnder Lähmung und Tod Blutungen in inneren Organen auftreten könnten, wurde ein Versuch mit Inhalation sehr verdünnter Chloroformdämpfe während mehrerer Stunden ausgeführt.

Versuch 11, den 19. I. 1897. — Gewicht des Thieres 1230 g.

Wurde in den oben (S. 359, Anordnung 2) erwähnten Inhalationskasten gesetzt; die durchgesogene Luft mit Chloroformdämpfen aus einer Waschflasche gemischt.

Zeit	Bemerkungen
12 h 35'	—
1 h 22'	Versuch angefangen. Narkose entwickelt sich allmählich.
3 h 0'	Todt. — Chloroformverlust = 94 g.

20. Jan. Section: Leichenstarre. — Lungen stark hyperaemisch; unmöglich sicher zu entscheiden, ob Blutungen irgendwo vorhanden waren, andererseits keine deutlichen Blutungen zu sehen. — Ventrikel keine Blutungen; die Schleimhaut zerfallend.

Bei einem Rückblick auf die ausgeführten Benzinversuche stellt sich zuerst heraus, dass die verschiedene Art, das Gift beizubringen, für das Resultat von entscheidender Bedeutung gewesen ist — wenigstens insofern, dass die reine Inhalation, auch des rohen Benzins, sich als beinahe erfoglos gezeigt hat. Es gelang nicht, die Dämpfe so zu concentriren, dass eine ganz acute Vergiftung (so wie in dem S. 337 erwähnten Falle mit einem Arbeiter) entstand; auch eine chronische Vergiftung konnte ich dadurch nicht hervorrufen (Vers. 7). Von den beiden übrigen Versuchsarten ist wohl die subcutane am meisten gefährlich, wenn auch bei entsprechend grösseren Gaben die Umschläge tief greifende Störungen und schnellen Tod herbeigeführt haben.

Bei der letzterwähnten Versuchsart könnte man sich vorstellen, dass auch Inhalation von Benzindämpfen aus dem Umschlage mitgewirkt hätte. Da aber offenbar die reine Inhalation von solchen Dämpfen für Kaninchen unschädlich war, muss man voraussetzen, dass bei den Umschlägen das meiste Benzin — sogar massenhaft — durch die Haut resorbirt worden ist. Es schien mir daher wahrscheinlich, dass man durch subcutane Injectionen von Benzin ungefähr gleichwerthige Veränderungen wie durch die Umschläge hervorrufen könne und der im ganzen übereinstimmende Verlauf, sowie der mehrmals recht ähnliche Zustand des subcutanen Bindegewebes, das Auftreten der Blutungen in beiden Fällen etc. stützten diese Auffassung. A priori kommen wohl die massiven subcutanen Injectionen etwas grob vor; sie haben jedoch niemals einen plötzlichen Tod weder durch Massenresorption noch durch Bildung von Embolien oder dergl. hervorgerufen. Die Thiere haben in den ersten paar Tagen sich nach den Applicationen des Giftes meistens gut erholt; dann sind sie mit demselben — wahrscheinlich in folge seiner schlechten Elimination — immer mehr »gesättigt«

worden und sie gehen oft in drei Tagen (4 Fälle), selten schneller (53 Stunden — 1 Fall), bisweilen langsamer (nach 4—6 Tagen — 3 Fälle) unter ähnlichen Symptomen zu Grunde. Ich fasse daher die subcutane Application nur als einen bequemeren Weg auf, denselben Effect wie mit den Umschlägen zu erreichen. Nur ist natürlich die subcutane Einspritzung sicherer und intensiver wirksam, und was das reine Benzol betrifft, habe ich nur bei subcutaner Application Vergiftung und Tod erzielt. Ich finde es daher durchaus berechtigt, diese Versuche mit subcutanen Benzolinjectionen als den Umschlagsversuchen mit rohem Benzin so ziemlich gleichwerthig zu betrachten. Auch die Symptome welche mit den beiden Präparaten erhalten wurden, und auf die ich unten noch einmal zurückkomme, waren einander sehr ähnlich. Ich glaube daher behaupten zu können, dass das rohe Benzin und das reine Benzol **qualitativ** in gleicher Art gewirkt haben.

Quantitativ ist dagegen das rohe Benzin entschieden giftiger. Dieses führt schneller und schon bei kleineren Gaben zu schwerem Collaps mit sehr niedrigen Körpertemperaturen zum Tode, es bringt auch bei cutaner Application recht bald die schwersten Erscheinungen hervor, was mit dem reinen Benzol nicht der Fall war (vergl. Vers. 8, S. 365). Die Ursache dieses Verhaltens ist dunkel — und muss auch leider so bleiben, da das noch vorhandene Material des verdächtigen Präparates für eine eingehendere chemische Untersuchung zu spärlich war und eine neue Sendung desselben vielleicht nicht die gleichen Verunreinigungen enthalten würde. Es wäre also möglich, dass irgend ein unbekannter, specifisch giftiger Körper die Toxicität des rohen Benzins gesteigert hätte; er muss aber in solchem Falle subcutan dem reinen Benzol sehr ähnlich gewirkt haben. Möglich wäre auch, dass die eingehenden Homologen des Benzols an und für sich bis zu gewissem Grade die Giftigkeit des betreffenden Präparates erhöhten. Mehr plausibel scheint mir jedoch, dass diese Homologen mit höherem specifischen Gewicht (vergl. S. 357) einfach die Flüchtigkeit des Präparates herabgesetzt haben. Dadurch wurde

aller Wahrscheinlichkeit nach die Elimination des Rohbenzins erschwert, eine Anhäufung desselben im Organismus befördert. Und da die schwereren Symptome auch mit dem Rohbenzin nicht sofort, sondern mehr allmählich auftraten, lässt sich der Gedanke recht gut festhalten, dass das rohe Präparat durch eine schnellere Anhäufung schon früher und leichter Intoxicationserscheinungen hervorrufen würde. Dass das reine Benzol bei Umschlagsversuchen sich wenig wirksam erwies, kann auch zum Theil darin seine Erklärung finden, dass ziemlich viel von dem relativ leicht flüchtigen Präparate, trotz der Umhüllung, nach aussen verdunstete. Und so liesse es sich sehr wohl annehmen, dass das wesentlich giftige Princip der beiden Präparate der Benzol ist.

Die Auflösung von Kautschuk im Benzin änderte wenig an der Wirkung desselben; specifisch giftige, in Benzin lösliche Substanzen waren im Kautschuk nicht nachzuweisen. Embolische Processe durch mechanische Zustopfung von Blutgefässen wurden nicht beobachtet. Wenn die Kautschuk-Benzinlösung sehr concentrirt war, schien ihre Wirkung deutlich schwächer als diejenige einer gleichen Menge kautschukfreien Benzins zu sein, wahrscheinlich weil jenes Präparat (mit Kautschuk) relativ weniger vom giftigen Principe, vom Benzin enthielt.

Was die Symptome intra vitam betrifft, ist vor allem die oft bedeutende Herabsetzung der Körpertemperatur am meisten auffallend. Die niedrigsten Werthe — z. B. 24 und 22 ° C. — wurden nicht lange vor dem Tode, bei nahezu reactionslosen Thieren beobachtet, und immer waren die niedrigeren Temperaturen mit Stumpfheit, mit Zeichen des Collapses verbunden; doch kamen 34 und 36 ° C. ohne Narkose oder Lähmung vor, und in einem Falle (Versuch 5) erholte sich das Thier nach einem Stadium der Narkose mit 29,4 ° C. Mehrmals haben die Unbeweglichkeit der Thiere, der Luftstrom im Inhalationskasten u. dergl. zur Herabsetzung der Temperatur beigetragen. Sicher haben jedoch diese Factoren nicht allein die so beträchtlich erniedrigten Temperaturzahlen veranlassen können.

Wie eben angedeutet, gehören Stumpfheit, Benommenheit, Collaps, endlich tiefe Narkose, Coma und allgemeine Lähmung zu den intra vitam auftretenden Symptomen der Benzinvergiftung. Oft wurde dazu ein ausgesprochenes Zittern, wie beim Frieren beobachtet — zum Theil wenigstens eine ganz normale Reaction der Temperaturerniedrigung. Mehrmals ging aber dieses Zittern in mehr oder weniger verbreitete, ungeordnete und unfreiwillige Muskelzuckungen über, die denjenigen bei Carbolvergiftung sehr ähnlich waren. Geordnete Krämpfe oder Convulsionen kamen nicht vor. — Die zum Theil carbolähnlichen Erscheinungen riefen den Gedanken wach, dass vielleicht die Vergiftung eben durch phenolartige Umsetzungsproducte des Benzols hervorgerufen worden wäre. Das Auftreten von Collaps mit niedriger Temperatur, von Zittern und unfreiwilligen Muskelzuckungen etc. stimmt mit einer solchen Annahme überein. Ich muss aber unentschieden lassen, ob die beschriebenen Symptome wirklich vom Benzol oder von solchen Phenolverbindungen abhingen. Was aber meines Wissens durch Phenolwirkung nicht erklärt werden kann, das sind gewisse Sectionsbefunde, vor allem die Blutungen.

Post mortem wurden sowohl nach Umschlägen als nach subcutanen Injectionen zuerst gewisse Veränderungen des Unterhautzellgewebes beobachtet. Mehr oder weniger starke Hyperämie, ein zuweilen bedeutendes, glasiges Oedem, starker Benzingeruch, sogar benzinähnliche Tropfen (ein paar Mal eine Art »Emphysem« ganz dunkler Natur) waren die hier am meisten auffallenden Erscheinungen. Es wäre möglich, dass die mehr oder weniger ausgedehnte Beschädigung der Haut, zum Theil wenigstens, eine Rolle als Ursache der Vergiftungssymptome und sogar des Todes der Versuchsthiere gespielt hätte. Dass eine Resorption des Giftes und eine directe Wirkung desselben stattgefunden hat, lässt sich wohl andererseits nicht bezweifeln. Welche Rolle auch die Hautveränderungen an sich gespielt haben mögen, — sie können doch an dem Hauptresultate der Versuche: an der vollständigen qualitativen Uebereinstimmung

stimmung in der Wirkung des Rohbenzins und des reinen Benzols nichts ändern.

Was bei den inneren Organen die meiste Aufmerksamkeit auf sich zog, waren die mehrerwähnten Blutungen. Diese kamen in allen Versuchen mit Rohbenzin, sowie in den Benzolversuchen mit subcutanen Injectionen regelmässig vor. Meistens waren sie in den Lungen als ganz kleine bis hanfkorngrosse oder etwas grössere, subpleurale, ziemlich scharf begrenzte Blutherde zu sehen. Die mikroskopische Untersuchung zeigte Mengen von rothen Blutkörperchen sowohl im interstitiellen Gewebe als besonders in den Lungenalveolen. Weiter kamen — fast überall wo sie gesucht wurden — zahlreiche, theils sehr kleine, theils bis über erbsengrosse Blutungen der Magenschleimhaut vor, welche in dem Gewebe dieser Schleimhaut sich mehrmals zu einer bedeutenden Tiefe erstreckten. Einige Male kamen auch unmittelbar ausserhalb des Pylorus im Duodenum einige kleine Schleimhautblutungen vor. Zuletzt wurden in einem Falle (Versuch 2) in der linken Herzkammer zwei subendocardiale Blutungen beobachtet.

Wie sind diese Blutungen entstanden? Nach der mikroskopischen Untersuchung der menschlichen Organe aus Fall 3 (S. 349 u. folg.) zu urtheilen, könnte man auch hier eine Fettdegeneration sowohl der Parenchymzellen innerer Organe als auch vielleicht der Gefässendothelien erwarten. Um solche Veränderungen zu suchen, wurden folgende Versuche angestellt:

Versuch 12, d. 17. Mai 1897.

Kaninchen erhielt subcutane Injectionen von Rohbenzin, am ersten Tag 5 g, am zweiten 7,5 g, am dritten 10 g. Erkrankt unter den gewöhnlichen Symptomen. Den 19. Mai Nachmittags sterbend, wurde mit einigen Tropfen Chloroform getödtet. — Section: Subcutane Hyperaemie und Oedem, Blutung in der rechten Inguinalgegend. In den Lungen einige kleine Blutungen. Sonst nichts Auffallendes.

Versuch 13, den 17. Mai 1897.

Kaninchen wurde mit subcutanen Injectionen von reinem Benzol behandelt; erhielt gleich grosse Gaben wie das Thier in Vers. 12. Am dritten Tag schwer krank, erholte sich; am vierten Tage wieder 10 g

Benzol. Nachmittags sterbend, wurde mittels Chloroform getödtet. — Section: Subcutan starkes Oedem; Benzingeruch; mässige Hyperaemie. Das Unterhautfett macht den Eindruck, in der Auflösung begriffen zu sein. Rechts vorn in der Brustgegend einige kleine, subcutane Blutungen; ebenso in den Lungen. An der Ventrikelschleimhaut (nahe Cardia, vorn) eine kleine, ovale Erosion mit einem daran adhaerirenden, bräunlich verfärbten Blutcoagulum. Dünndarm hyperaemisch, keine Blutungen.

Versuch 14, den 18. Mai.

Kaninchen. 4 Tage Umschläge mit reinem Benzol (vgl. S. 366 oben), dann 3 Tage mit Rohbenzin, täglich mehrmals wiederholt. Am 25. Mai morgens todt gefunden. — Section: Haut der Umschlagsgegend unelastisch. Unterhautgewebe hyperaemisch, mit mehreren kleinen Blutungen; sonst trocken. — Lungen hyperaemisch mit recht zahlreichen Blutungen. In submucosa des Ventrikels einige kleine Blutungen.

Von sämmtlichen Fällen wurden kleine Stücke aus Herz, Lungen, Leber und Nieren, von Versuch 13 und 14 auch aus Ventrikelwand mit Osmium behandelt und nach Einbettung an dünnen Mikrotomschnitten untersucht (Salén). In Gefässendothelien konnten keine Fetttröpfchen entdeckt werden. Eine Fettdegeneration dieser Gebilde von irgend welcher Bedeutung war bestimmt nicht vorhanden. Keine embolischen Pfröpfe wurden beobachtet. Uebrigens zeigte die Herzmuskulatur aus Fall 12 eine deutliche aber schwache Fettdegeneration. Die Leber aus Fall 13 wies eine über die ganzen Acini gleichmässig verbreitete, spärliche, sehr feine Schwarzpunktirung auf (wahrscheinlich schwache Fettdegeneration).

Eine fettige Entartung der Gefässwände ist also nicht die Ursache der Blutungen bei den Kaninchen gewesen. Schon dieser Umstand macht eine zweite Möglichkeit — ihren embolischen Ursprung — recht wahrscheinlich, obgleich keine Gefässverstopfungen direct nachgewiesen wurden. Diese zweite Möglichkeit gewinnt durch zwei zufällige Beobachtungen bei den Sectionen eine recht kräftige Stütze. Besonders in Versuch 5, aber auch in Versuch 6 und 9 zeigte das Serum des ohne Verunreinigung aufgefangenen und nachher geronnenen Herzblutes ein eigenthümliches Aussehen: es war milchig und bestand aus einer sehr feinen Fettemulsion. In Versuch 7 und 8

war dieses Phänomen nicht zu erwarten; in Versuch 10, 12, 13 und 14 war es makroskopisch nicht zu sehen; wie es sich mit den ersten 4 Versuchen verhielt, kann ich nicht angeben. In Versuch 4 wenigstens lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass das Blutserum viel Fett enthielt, da — und das war die zweite Beobachtung — der aus der Blase direct aufgesammelte Harn zahlreiche grosse Fettaugen enthielt.

Die Entstehung der Lipämie und Lipurie habe ich mir in folgender Art gedacht. Das reichlich einverleibte Benzin löst eine Menge Fett — besonders vielleicht aus dem subcutanen Bindegewebe, wo hinein das Lösungsmittel massenhaft gebracht wurde — und dieses Fett gelangte dann weiter ins Blut und bisweilen in den Harn. — Obgleich ich nicht — weder im Blutserum noch im Harn — durch den Geruch das Vorhandensein von Benzinbestandtheilen zusammen mit den Fetttropfen constatiren konnte, ist es jedoch, besonders für das im Blute neulich aufgenommene Fett, sehr wahrscheinlich, dass es mit Benzin gemischt oder sozusagen — in Benzinlösung vorhanden war. Ist diese Annahme richtig, liegt es weiter sehr nahe, dass das in dieser Form auftretende Fett-Benzingemenge an gewissen Orten Embolien verursachen kann, die zuerst Stase und dann, nach Beschädigung der Gefässwände, Blutungen hervorbringen. — Ich weiss sehr wohl, dass der Erklärungsversuch hypothetisch ist. Ich kann jedoch keine andere, an das thatsächliche Beobachtete sich einigermaassen anschliessende Erklärung finden.

Die angeführten Thierversuche können also nicht gut die Aetiologie der Blutungen bei den vergifteten Menschen weiter aufklären. Dagegen sind sie wohl — wie oben schon hervorgehoben — dazu geeignet, die nahe Uebereinstimmung in der Wirkung des Rohbenzins und des reinen Benzols zu beleuchten und dadurch den Schluss wahrscheinlich zu machen, dass das eigentlich toxische Princip des hier geprüften Rohbenzins das Benzol gewesen ist.

Im Anschluss an diese Conclusion lassen sich zuletzt noch einige praktisch wichtige Sätze aufstellen:

1. Das in gewissen Fabriken — besonders zur Auflösung von Kautschuk — benutzte rohe Steinkohlentheerbenzin ruft unter Umständen schwere, besonders durch multiple Blutungen charakterisirte Vergiftungen und sogar den Tod hervor.
2. Weibliche Arbeiterinnen (jugendlichen Alters) scheinen besonders für die Vergiftung disponirt zu sein und sollten zu Arbeiten dieser Art nicht benutzt werden.
3. Fabriken, worin die Verbreitung von Benzindämpfen unvermeidlich ist, müssen gut ventilirt werden; die Arbeitszeit muss beschränkt sein und darf nicht durch Extraarbeit verlängert werden. Man gebe auf die Gesundheit der Arbeiter genau Acht. Gelinde Symptome während der Arbeit können (wenigstens bei Weibern) auch nach Aufhören mit derselben, schlimme, sogar tödtliche Vergiftung im Gefolge haben.
4. Wenn auch — wie es scheint — das wesentlich giftige Princip des Rohbenzins eben das Benzol ist, dürfte es doch angezeigt sein, die Waare von einem Chemiker (besonders auf Anilin, Nitrobenzol u. dergl.) untersuchen zu lassen.

Zuletzt ist es mir eine angenehme Pflicht, allen den verehrten Collegen, durch deren freundliches Entgegenkommen diese Arbeit zu Stande gebracht worden ist, meinen tiefgefühltesten Dank auszusprechen — so den Herren: Professor O. V. Petersson, Stadtphysikus Privatdocent Dr. E. Bolin und Dr. H. Allard, alle in Upsala, welche die Krankengeschichten geliefert haben; weiter der Assistentin Fräulein A. Dahlström, die unter Leitung des Herrn Professors C. Sundberg (Upsala) die genaue mikroskopische Untersuchung eines Falles ausgeführt hat, sowie den Herren: Laborator A. Vestberg und Assistent A. Peters-

son (Obducent zu Upsala); dazu noch den Herren: Laborator Dr. U. Quensel, Assistent A. Josefson und E. Salén (Stockholm), welche Organe meiner Versuchsthiere mikroskopisch untersuchten, und zuletzt den Herren: Professor K. A. Mörner und Handelschemiker Dr. C. Setterberg (Stockholm), die das Benzin gewissen chemischen Proben unterworfen haben.

In Bezug auf Literatur über chronische Petroleumvergiftung erlaube ich mir auf den Aufsatz von L. Berthenson: »L'undustrie du pétrole au point de vue sanitaire« in Revue d'hygiène et de police sanitaire, septembre 1897 zu verweisen. Die Darstellung ist den Gesundheitsverhältnissen der Arbeiter in Baku (Russland) gewidmet.

Stockholm, im Juni 1897.




biom,per bd.30-31
stack no.27
Digitized by Google